

**Mundspüllösungen –
Die Bewertung ihrer antibakteriellen Aktivität mit Hilfe intraoraler
telemetrischer Plaque-pH-Messung im Vergleich mit klinischen
Parametern**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae
(Dr. med. dent.)

vorgelegt dem Rat
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Michael Neubauer
geboren am 05.12.1960 in Mühlhausen

Januar 2008

Gutachter

1.
2.
3.

Inhaltsverzeichnis	
	Seite
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	3
1 Zusammenfassung	4
2 Einleitung	6
2.1 Plaque als Biofilm	6
2.2 Anforderungen an Mundspüllösungen.....	8
2.3 Prüfung der Effizienz von antibakteriellen Wirkstoffen.....	8
2.3.1 Experimentell mikrobiologische Methoden	9
2.3.2 Klinische Studien mit antibakteriellen Wirkstoffen	10
2.4 Getestete antibakterielle Wirkstoffe.....	11
2.4.1 Chlorhexidin, Wirkmechanismen und klinische Studien.....	11
2.4.2 Cetylpyridiumchlorid, Wirkmechanismen und klinische Studien	14
2.4.3 Aminfluorid/Zinnfluorid, Wirkmechanismen und klinische Studien	15
2.4.4 Ätherische Öle (Listerin®), Wirkmechanismen und klinische Studien.....	17
3 Zielstellung.....	20
4 Material und Methoden	21
4.1 Mundspüllösungen.....	21
4.2 Probanden	21
4.3 Klinische Untersuchung	22
4.3.1 Indizes	22
4.3.2 Klinisches Vorgehen	23
4.3.3 Fotografische Dokumentation	24
4.3.4 Planimetrische Auswertung.....	26
4.4 Intraorale telemetrische Plaque-pH-Messtechnik	27
4.4.1 Probanden und Methode.....	27
4.4.2 Messprothese	27
4.4.3 Mess- und Auswertungssystem	28
4.4.4 Untersuchungsablauf mit den Mundspüllösungen.....	28
4.5 Statistische Auswertung.....	31
5 Ergebnisse	32
5.1 Klinische Ausgangsparameter der Probanden	32
5.2 Planimetrische Messgenauigkeit.....	32
5.3 Klinische Indizes zur Plaqueakkumulation unter dem Einfluss antibakterieller Mundspülung	34
5.3.1 QHI-Index	34
5.3.2 Der Sulkus-Blutungs-Index während der verschiedenen Mundspülprogramme....	34
5.4 Planimetrische Plaquebefunde.....	35
5.5 Klinische Fotodokumentation	36
5.6 Intraorale Plaque-pH-Messung nach Gebrauch der Mundspüllösungen.....	41
5.6.1 Mundspülungen nach viertägiger Plaqueakkumulation (Vorgehen A).....	41
5.6.2 Mundspülung während der viertägigen Plaqueakkumulation (Vorgehen B).....	41

6	Diskussion.....	46
7	Literaturverzeichnis	59
8	Anhang	75
	Messprotokoll.....	76
	Tabelle 18	77
	Tabelle 19	78
	Tabelle 20	79
	Tabelle 21	80
9	Anlagen.....	81
	Danksagung.....	82
	Ehrenwörtliche Erklärung	83
	Lebenslauf	84

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AmF/SnF ₂	Aminfluorid/Zinnfluorid
API	Approximalraum-Plaque-Index
CFU	Colony Forming Unit („Koloniebildende Einheit“)
CHX	Chlorhexidin
CPC	Cetylpyridiniumchlorid
DMS	Deutsche Mundgesundheitsstudie
F	Fluorid
GI	Gingivaindex
LTB4	Leukotriene B4
MHK	minimale Hemmstoffkonzentration
NaF	Natriumfluorid
PBI	Papillenblutungsindex
PGE2	Prostaglandin E2
PI	Plaqueindex
ppm	pars per million
PZR	professionelle Zahnreinigung
QHI	Index nach Quigley und Hein
s	Standardabweichung
SBI	Sulkus-Blutungs-Index
TxB2	Thromboxane B2
V	Varianz
\bar{x}	arithmetisches Mittel

1 Zusammenfassung

Die antimikrobiellen Mundspüllösungen werden als Bestandteile von Kariespräventionsprogrammen mit zunehmender Bedeutung betrachtet, da die präventive Wirkung der Fluoride scheinbar ihr Optimum erreicht hat (ten Cate und Marsh 1994). Mit der vorliegenden Arbeit soll die Wirksamkeit ausgewählter antibakterieller Substanzen (Chlorhexidin 0,2 %, Cetylpyridiniumchlorid 0,04 %, Aminfluorid/Zinnfluorid je 125 ppm F und ein Kombinationspräparat ätherischer Öle) sowohl klinisch als auch klinisch-experimentell mit intraoraler telemetrischer pH-Messtechnik (Imfeld 1983) dokumentiert und vergleichend bewertet werden. Je 4 x 10 Probanden im Alter von 18 bis 25 Jahren wurden vier Versuchsgruppen zufällig zugeordnet und spülten über sieben Tage nach einer professionellen Zahnreinigung während der Untersuchung zweimal pro Tag mit den antibakteriellen Agenzien als einziger Mundhygienemaßnahme. Zur Basisuntersuchung wurden der DMFT und an den Ramfjordzähnen der QHI und SBI registriert sowie zur Plaqueplanimetrie der Zahn 12 fotodokumentiert. Wiederholungsuntersuchungen fanden am 1., 3., 5. und 7. Tag nach dem gleichen Regime statt. Die Auswirkung der antibakteriellen Mundspülung auf den Plaquestoffwechsel wurde parallel mit den Verfahren der intraoralen telemetrischen Plaque-pH-Messung überprüft. Trotz PZR und antibakteriellem Spülprogramm wurde nach sieben Tagen ein QHI von 2,82 (CHX) bis 3,82 (CPC) registriert. Der SBI zeigte während der gesamten Beobachtungszeit eine kontinuierliche Reduktion, die in der CHX-Gruppe bis 0,17 führte. Die fotoplanimetrisch bestimmte Plaquebedeckung erstreckte sich zwischen 22 % (CHX) und 41 % (CPC), verbesserte aber die Aussage der klinischen Indizes hinsichtlich der antibakteriellen Effekte nicht. Die intraorale telemetrische pH-Messung erlaubte die Beurteilung der Aktivitätseinschränkungen der dentalen Plaque. CPC wirkte deutlich schwächer als alle anderen Präparate, für die sich hinsichtlich der Stoffwechsellinhibierung die Reihung $CHX > AmF/SnF_2 = Listerin^{\circledR} \gg CPC$ ergab. Der Einfluss antibakterieller Mundspüllösungen auf die Akkumulation und Entstehung der Plaque konnte durch Spülungen während der Plaqueausbildung auf der Elektrode untersucht werden und bestätigte für CHX und AmF/SnF_2 den stärksten antibakteriellen Effekt sowohl auf den Stoffwechsel als auch auf den Akkumulationsprozess. $Listerin^{\circledR}$ war ebenso stark bakterizid, aber seine Substantivität war scheinbar geringer. Beim CPC fiel sowohl die bakterizide Wirkung als auch der Einfluss auf die Oberflächenbesiedlung deutlich schwächer aus. Diese klinisch-experimentellen Ergebnisse befinden sich in hoher Übereinstimmung mit den klinischen Resultaten, so dass mit den vier unterschiedlichen Wirkstoffen zur Plaquehemmung einerseits ihre klinische Effektivität demonstriert und andererseits die Bewertung dieser Substanzen mit der intraoralen telemetrischen Plaque-pH-Messung als Methode unter Beweis gestellt werden konnte. Mit dem gewählten Verfahren stand eine Methode

zur strategischen Vorauswahl von Substanzen für den klinischen Einsatz zur Verfügung, die eine Bereicherung für die Beurteilung antibakterieller Substanzen darstellt.

2 Einleitung

Anhand zahlreicher Studien (Micheelis und Reich 1999, Micheelis und Schiffner 2006) konnte für die letzten 10 bis 15 Jahre eine deutliche Verbesserung der oralen Gesundheit belegt werden. Der Erfolg war durch den Einsatz von Fluoriden, die Verbesserung der häuslichen Mundhygiene und durch Ernährungslenkung verursacht. Bedeutsam ist in diesem Zusammenhang auch die Einführung der Fissurenversiegelung als kassenzahnärztliche Regelleistung. Mit verbesserter Mundhygiene wird auch immer wieder über die Bedeutung von Mundspüllösungen als Ergänzung zur mechanischen Gebissreinigung diskutiert (Kowolik 1994, Schiffner 1998, 2000). Zum Nachweis der Wirksamkeit solcher Mundspüllösungen wurden verschiedene Vorgehensweisen im Studiendesign benutzt, in denen die Dauer (Tage bis Monate) der Anwendung und die Wirkstoffe variierten. Mit der vorliegenden Arbeit soll die Effizienz ausgewählter Mundspüllösungen sowohl klinisch als auch klinisch-experimentell mit intraoraler pH-Messtechnik (Imfeld 1983) dokumentiert und vergleichend bewertet werden.

2.1 Plaque als Biofilm

Der Biofilm "dentale Plaque" steht als Begriff für eine strukturierte Organisationsform von Mikroorganismen an der Zahnoberfläche, die in eine aus bakteriellen und körpereigenen Stoffen bestehenden Matrix eingebettet sind. Die dentale Plaque stellt nach Marsh (2004) und Einwag (2004) ein besonderes Beispiel einer bakteriellen Gemeinschaft dar. Die Eigenschaften des gesamten Biofilms übersteigen dabei die Summe der Einzeleigenschaften der vorhandenen Spezies.

Mikroorganismen einer Gemeinschaft zeigen (a) eine größere Verbreitung, (b) erhöhte Stoffwechselvielfalt und -effizienz, (c) erhöhte Widerstandsfähigkeit bei ökologischem Stress, z. B. bei Nahrungskarenz oder Antibiotikaeinsatz, und in Einzelfällen (d) eine erhöhte Pathogenität. Bakterien im Biofilm bilden mit anderen Spezies Verbindungen, um ihr Zusammenleben abzustimmen. Die dentale Plaque gehört zur natürlichen Mikroflora des Menschen und ist Bestandteil der körpereigenen Abwehr, indem sie die Kolonisation vornehmlich pathogener Keime reduziert. Die Zusammensetzung der Plaque variiert je nach Zahnoberfläche aufgrund unterschiedlicher biologischer und ökologischer Voraussetzungen. Bei Krankheit kann eine Veränderung der Plaquezusammensetzung eintreten. Die Entwicklung der Plaque vollzieht sich in einzelnen Phasen. In der Anfangsphase enthält die dünne Plaque überwiegend grampositive Kokken (Frühbesiedlung mit *S. sanguis*, *S. oralis*, *S. gordonii*) und Stäbchen (Carlsson und Engelberg 1965, Theilade 1990,

Bowden 1999). Wirksam sind schwache elektrostatische Bindungen zwischen der Zahnoberfläche, bedeckt durch die Pellikel, und Molekülen an der Bakterienoberfläche. Die irreversible Bakterienanhaftung ist erreicht, wenn Polysaccharide zwischen Pellikel und Bakterien die Bindung übernehmen (Busscher et al. 1992, Busscher und van der Mei 1997). Der nächste Schritt ist die weitere Kolonisation mit Keimen, die sich auf vorhandene Bakterien-schichten auflagern; damit reift die Plaque sowohl hinsichtlich der Anzahl der unterschiedlichen Bakterien-spezies als auch hinsichtlich der absoluten Zahl an Mikroorganismen (Marsh und Bradshaw 1999, Marsh 2004). Schon nach 20 bis 30 Bakterien-schichten wird der Bakterienrasen in seinem Inneren durch Sauerstoffverbrauch anaerob und nach 4 bis 7 Tagen überwiegen prozentual die Anaerobier in der Plaque. Dieses Wachstum führt zur Ausbildung mehrerer ökologischer Nischen, auch Mikromilieus genannt, in denen optimale physiologische Bedingungen von den vorherrschenden Bakterien ausgenutzt werden, um Wachstum und Überleben zu sichern.

Ältere Plaque ist außerdem subgingival organisiert und zeichnet sich durch das Überwiegen von gramnegativen Keimen aus (Listgarten 1976, Slots 1977). Ihr Vorhandensein ist maßgeblich für die Entstehung von parodontalen Entzündungen verantwortlich.

Bestandteile dieser bakteriellen Auflagerungen können in den Organismus gelangen; potentielle Eintrittspforten sind durch die Anatomie bestimmt. Plaque kann man verschlucken, aspirieren, oder - was gar nicht selten geschieht - Plaquebestandteile können aktiv oder passiv in das parodontale Gewebe eindringen (Deshpande et al. 1998, Offenbacher et al. 1999). Durch dentale Plaque können Bakteriämien und Endokarditis ausgelöst bzw. begünstigt werden.

Einwag (2004) präsentierte Ergebnisse dreidimensionaler Strukturuntersuchungen von Biofilmen nach Chemoprävention. Er wies darauf hin, dass die Definition des Zahnbelauges als bakterieller Biofilm zu einer neuen Sichtweise seiner Beeinflussung durch antibakteriell fungierende Chemoprophylaktika zwingt. Vor allem muss auf Basis des heutigen Wissensstandes beachtet werden, dass Biofilme eine sehr hohe Resistenz gegenüber antibakteriellen Wirkstoffen besitzen (Gilbert und Allison 1999, Drisko 1999). Sie kann bis zu 1000-mal (Marsh und Martin 2003) höher sein als gegenüber den gleichen Zellen in planktonischem Zustand.

2.2 Anforderungen an Mundspüllösungen

Zur Unterstützung der mechanischen Mundhygiene werden Mundspüllösungen angeboten, deren Eigenschaften auf eine Reduktion der dentalen Plaque, eine Qualitätssteigerung der Zahnhartgewebe (z. B. mit Fluoriden) oder eine Steigerung der Regenerationseigenschaften der Weichgewebe (z. B. Pflanzenextrakte) gerichtet sind.

Die Lösungen zur Plaquekontrolle verfügen in der Regel über bakteriostatische bzw. bakterizide Eigenschaften und können darüber hinaus durch ihre Oberflächenaktivität Einfluss auf den Akkumulationsprozess der dentalen Plaque nehmen. Die bakteriziden Eigenschaften der verfügbaren Präparate lassen sich auf eine Inhibierung bestimmter Stoffwechselwege in der Bakterienzelle zurückführen, die aber an der Säugetierzelle des Nutzers solcher Präparate nicht wirksam werden dürfen. Aufgrund dieser Anforderung ist die Verfügbarkeit bzw. die Zahl effektiver Präparate zur Verwendung als Mundspüllösungen eingeschränkt. Wegen verschiedener Nebenwirkungen eignen sich bestimmte Mundspüllösungen nicht zur dauerhaften Anwendung. Sie werden deshalb vor allem dann empfohlen, wenn aufgrund von operativen Eingriffen die Zähne nicht mit der Zahnbürste gereinigt werden können oder um die häusliche Mundhygiene bei Mundschleimhauterkrankungen vorübergehend zu unterstützen. Gängler (2005) stellte fest, dass eine Substanz, die für eine chemische Plaquekontrolle geeignet ist, an mundhöhlenspezifische Bedingungen angepasst sein sollte:

- Das Präparat muss ausreichend hoch dosierbar sein, um im Biofilm Plaque gegen pathogene Keime wirksam zu werden (oberhalb der minimalen Hemmkonzentration).
- Das Präparat sollte eine hohe Substantivität besitzen. Die Spülwirkung des Speichels sorgt dafür, dass Mundspüllösungen sehr schnell verdünnt werden. Die Substantivität kennzeichnet die Zeit zur Aufrechterhaltung einer wirksamen Konzentration (Cummins und Creeth 1992).
- Die mikrobielle Besiedlung der Mundhöhle sollte durch antibakterielle Präparate in ihrer Keimzahl reduziert werden, ohne das ökologische Gleichgewicht der Mundhöhle zu stören (Marsh 1992).
- Mundspüllösungen sollten möglichst ohne Nebenwirkungen auf Hart- und Weichgewebe sein.

2.3 Prüfung der Effizienz von antibakteriellen Wirkstoffen

Zur Bewertung der Wirksamkeit von Mundspüllösungen werden verschiedene Testverfahren benutzt. Sie können grob in mikrobiologische (Fine et al. 1985, 2005, Watson et al.

2005, Beighton et al. 1991) und klinische (Addy et al. 1983, Nonnenmacher et al. 2004, Mengel et al. 1995, Rosin et al. 2002, König et al. 2002, Roldan et al. 2003, Sheen et al. 2003) Verfahren eingeteilt werden. Beide Methoden können auch in Kombination zur Anwendung gelangen.

2.3.1 Experimentell mikrobiologische Methoden

Bezüglich der mikrobiologischen Untersuchungen ist die Feststellung der minimalen Hemmstoffkonzentration (MHK) gegenüber einem bestimmten Bakterienstamm eine sehr häufig benutzte Vorgehensweise (Osterwaal et al. 1989, 1991, Pelz et al. 1991, Meyer 1996), die beispielsweise Ross et al. (1989) bei ihren Untersuchungen mit der Listerin®-Mundspüllösung anwandte.

Eine Arbeitsgruppe in Würzburg um Pitten (Pitten und Kramer 2001, Pitten et al. 2001, 2003) forderte standardisierte Verfahren bei der Bewertung von Mundhöhlenantiseptika und orientierte sich in Laboruntersuchungen gleichfalls an der Veränderung der Colony Forming Unit (CFU). Gleiche Wege beschritten Netuschil (1991), Herrera et al. (2003), Richter et al. (2001), Rowshani et al. (2004) und Rosin et al. (2002). Netuschil (1991) konnte durch seine Testreihen nachweisen, dass eine 1 : 5-Verdünnung von Meridol® bzw. eine 1 : 20-Verdünnung von Chlorhexidin (CHX) (0,2 %) eine bakterizide Konzentration (99,9 % Devitalisierung) darstellen. Listerin® besaß bei gleichen Verdünnungsstufen keine antibakterielle Wirkung.

Fine et al. (1985) bestimmten den Proteingehalt der Plaque, um so Aussagen über die Wirkung (Enzymhemmung) einer Mundspüllösung (Listerin®) treffen zu können.

Weichert (2001) wählte für die Bewertung von Chlorhexamed® und Plax® (Triclosan) die manometrische Methode nach Warburg (1919, 1926). Grundlage dieser Methode ist der Zusammenhang zwischen dem Stoffwechsel lebender Zellen und dem damit verbundenen Gasaustausch. Orale Mikroorganismen verstoffwechseln zugeführte Nahrungskohlenhydrate zu sauren Endprodukten und Kohlendioxid, dessen Menge manometrisch bestimmt wird (Umbreit et al. 1964).

Von Wedelstädt (2001) lenkte die Aufmerksamkeit im Rahmen ihrer Studien zur Effektivität von Mundspüllösungen (Meridol® und CHX) neben der Feststellung von Plaque- und Gingivitisindizes auch auf die Wirksamkeit einer Zinnfluoridverbindung nach 6-monatiger

Lagerung (Bestimmung der Oxidationsstufen des Zinns). Zusätzlich wurden das Plaquefeucht- und das Plaquetrockengewicht gemessen.

Zaura-Arite et al. (2001) untersuchten den Einfluss einer 0,2%igen CHX-Mundspüllösung auf verschiedene Schichten der vitalen Plaque durch den Einsatz eines konfokalen Laser-Mikroskops und stellten signifikante Unterschiede zu einer ungestört wachsenden Plaque fest. Die Proben wurden von 6 Probanden im Abstand von 6, 24 und 48 Stunden entnommen und einer einminütigen CHX-Behandlung unterzogen.

Zur Bewertung der Stoffwechselaktivität der dentalen Plaque wurde von Stephan (1940, 1943) die pH-Messtechnik eingeführt, mit der die Säureproduktion der Plaque nach Zuckerexposition gemessen werden kann. Bei diesem Verfahren wird eine Aufsatzelektrode benutzt, die die nach Stephan benannte Stoffwechselkurve registriert. Die pH-Auslenkung erfolgt aus dem neutralen Bereich von pH 6-7 ins Saure bis etwa pH 4-5 und dauert ca. 45 Minuten. Bei Nutzung dieser Messtechnik konnten nach dem Einsatz von antibakteriellen Mundspüllösungen Klimek et al. (1999) und Willebrand (2001) eine Reduktion der Säureproduktion nachweisen.

Andere Autoren (Fosdick et al. 1941, Frostell 1970, Edgar et al. 1976, Teliëps 2000) entfernten geringe Mengen Plaque, maßen extraoral den pH-Wert und verfolgten die Stephan-Kurve durch wiederholte Plaqueentnahme nach Zuckerbelastung der Mundhöhle. Das Verfahren ist als "Scraping"- oder "Sampling"-Methode in die Literatur eingegangen. Bei der intraoralen Plaque-pH-Telemetrie (Imfeld 1980, 1983, Stöber et al. 1990, 2005) befindet sich eine Elektrode in einer Messprothese. Nach Eingliederung in die Mundhöhle wird diese mit Plaque überzogen und kann nachfolgend zur Messung der Säureproduktion unter dem Zahnbelag benutzt werden. Mit diesem Vorgehen bewertete Trautmann (1984) Expektorantien und Laryngologika, die trotz ihres hohen Zuckergehaltes den Plaquestoffwechsel hemmten ("Falimint", "Promessol"), während andere Pharmaka ("Fagusan", "Pertussin") den pH-Wert schnell und anhaltend senkten.

2.3.2 Klinische Studien mit antibakteriellen Wirkstoffen

Zur Bewertung antibiotischer Wirkstoffe werden beim klinischen Vorgehen unterschiedliche Indizes benutzt, die die Plaqueakkumulation oder den Entzündungszustand der Gingiva ausdrücken. Sehr häufig eingesetzte Indizes zur Bewertung der Plaque sind der Index nach Quigley und Hein (QHI) (Quigley und Hein 1962) oder der Plaqueindex (PI)

nach Silness und Loe (1964), die die Zahnfläche in Segmente einteilen und deren Kolonisation von 0 bis 5 („keine Plaque“ bis „gesamte Zahnfläche bedeckt“) bzw. 0 bis 3 („keine Plaque“ bis „Plaque entlang dem Gingivarand, Interdentalräume mit Plaque gefüllt“) dokumentieren. Der Erkrankungszustand der Gingiva wird mit den Charakteristika der Entzündung (rubor, calor, tumor, dolor, functio laesa) beschrieben. Als gängige Indizes bewährten sich der Sulkus-Blutungs-Index (SBI) nach Mühlemann und Son (1971) bzw. der Papillenblutungsindex (PBI) nach Saxer und Mühlemann (1975). Die Notwendigkeit, neben diesen Plaqueindizes parallel den Gingivazustand zu beschreiben, zeigten z. B. Albers et al. (1985) in zwei Studien. Nach 28 Tagen Anwendung mit und ohne professioneller Zahnreinigung und Aminfluorid/Zinnfluorid (AmF/SnF_2), 0,1%igem Chlorhexidin oder einem Placebo konnte die plaque- und gingivitishemmende Wirkung beider Substanzen nachgewiesen werden.

Zu einer ähnlichen Bewertung der AmF/SnF_2 -Präparate im Vergleich mit Natriumfluorid (NaF) kamen Banoczy und Nemes (1991), die den Plaque- und Sulkus-Blutungs-Index für ihre Gegenüberstellung benutzten. Der PI betrug in den Gruppen jeweils 64 % bzw. 39 %, der SBI wies dagegen keinen Unterschied auf; hier wurden 57 % bzw. 54 % registriert.

Zur Objektivierung der klinischen Indizes wird in einigen Studien die planimetrische Auswertung der Fotodokumentation genutzt. Dabei wird die Größe einer bestimmten Zahnfläche zu ihrer Plaquebedeckung ins Verhältnis gesetzt. Schulz und Schulz (1989) konnten damit die Wirkung von CHX und AmF/SnF_2 differenzieren. Prinzipiell wiederholen aber die in Quadratmillimetern oder Prozent der besiedelten Zahnoberfläche registrierten Resultate die Aussagen, die mit klinischen Indizes getroffen werden.

2.4 Getestete antibakterielle Wirkstoffe

Die mit plaquehemmenden Eigenschaften getesteten Substanzen sind u. a. Bisbiguanide (CHX), quarternäre Ammoniumverbindungen (Cetylpyridiumchlorid (CPC)), Metallionen (Kupfer, Zink, Zinn), ätherische Öle (Thymol und Eukalyptol) sowie Phenole (Triclosan) und Pflanzenextrakte (Sanguinarin).

2.4.1 Chlorhexidin, Wirkmechanismen und klinische Studien

Chlorhexidin als Bisbiguanid enthält sowohl positive als auch negative Ladungsträger, die für die Wechselwirkung mit oralen Oberflächen verantwortlich sind. Speziell in der Mund-

höhle reagiert CHX mit der sauberen Schmelzoberfläche, kann diese nach einer Mundhygieneaktion überziehen und verhindert die Pellikelbildung am Zahnschmelz. Weiterhin reagiert das CHX-Molekül mit der Bakterienmembran (Denton 1991), wird dort inkorporiert und stört den membranösen Gradienten. Im Agglutinationsprozess der Bakterien, der während der Plaquereifung mit Hilfe von Kalziumbrücken verläuft, kann das CHX an dessen Stelle treten. Damit wird der Reifungsprozess der Plaque inhibiert und Plaque aufgelöst. Weiterhin besetzt das dominant positiv geladene CHX die Pellikeloberfläche und stört die Anhaftung von Mikroorganismen. Die Auswirkung der Integration von CHX in den Zellmembranen mit Verlust der Integrität der Zelle führt zur Hemmung verschiedener Enzymaktivitäten (Beighton et al. 1991, Denton 1991). Insbesondere werden das Phosphotransferasetransportsystem für Zucker und der Aminosäurestoffwechsel inhibiert. Die hohe Substantivität von CHX ergibt sich aus seiner langen Anhaftung sowohl an der Zahnoberfläche als auch an den Schleimhäuten, für die eine lange Halbwertszeit beschrieben ist (Bonesvoll 1977, Röllä et al. 1971, Röllä und Melsen 1975, Vaahtoniemi et al. 1994).

Die CHX-Studien zeigen eine große Vielfalt bezüglich der Wirkstoffkonzentration, Anwendungsdauer und Probandenzahl. Verdeutlicht wird dies durch Tabelle 1, in der eine Studienauswahl der Arbeiten dargestellt ist, die Plaque- und Gingivitisreduktionen beschreiben. Der Nachweis der Wirksamkeit von CHX erfolgte durch den Einsatz von Plaque- und Gingivitisindizes. Die Studien beginnen in der Regel mit einer Hygienisierungsphase durch eine professionelle Zahnreinigung (PZR), der sich die Plaqueakkumulationsperiode, die sich über mehrere Tage erstreckt, anschließt.

Albers et al. (1985) forderten ihre Probanden auf, an Stelle der gewohnten Mundhygiene zusätzlich mit 0,1%igem CHX zu spülen. Zuvor war bei den Probanden mit einer PZR ein einheitlicher Ausgangsbefund geschaffen worden. In einer zweiten Studie wurde auf die PZR verzichtet. Beide Studien zeigen, dass CHX bezüglich der Plaquehemmung Amin-/Zinnfluorid überlegen war.

Weichert (2001) konnte durch die Gewinnung von Speichelproben, die nach einminütigem Spülen mit CHX (0,1 %) gewonnen und nach manometrischem Verfahren (Warburg 1919) untersucht wurden, nachweisen, dass CHX die Stoffwechselaktivität über längere Zeit deutlich hemmt. Herrera et al. (2003) führten anhand der Speichelproben von 10 Freiwilligen den Nachweis, dass CHX (0,12 %) mit CPC (0,05 %) oder mit Alkohol (5 %) effektiver

über 5 Stunden wirksam war, als dies für CHX (0,12 %) allein registriert wurde. In vitro wurde dies zuvor mit 20 Bakterienstämmen bestätigt.

Die längere Anwendung von CHX ist mit Nebenwirkungen verbunden. So weisen Zähne, Füllungen und Zahnersatz anschließend eine bräunliche Verfärbung auf (Schiffner 2000, Gräber 1998). Weiterhin treten Geschmacksbeeinflussungen auf, und laut Hersteller kann es sogar zu Taubheitsgefühlen der Zunge kommen. Gesteigerte Zahnsteinbildung, Überempfindlichkeitsreaktionen (Allergien) sowie weiterhin vorübergehende oberflächliche Desquamationen der Mundschleimhaut wurden vereinzelt beobachtet (Saxer 1991).

Tabelle 1: Auswahl der CHX-Studien mit Angabe von Wirkstoffkonzentration, Plaque- und Gingivitisreduktion, Probandenzahl und Untersuchungszeitraum

Autor	Konzentration	Plaque-reduktion	Gingivitis-hemmung	Probanden	Untersuchungszeitraum (Tage)
Santos et al. (2004)	0.05 %	39 %	36 %	31	15
Riethe u. Seiler (1993)	0.05 %	62 %	38 %	35	14
Richter et al. (2001)	0.05 %	-	-	65	21
Riep et al. (1999)	0.10 %	38 %	-	23	5
Axelsson und Lindhe (1987)	0.10 %	54 %	38 %	96	42
Charles et al. (2004)	0.12 %	22 %	19 %	108	180
Curtis (2006)	0.12 %	55 %	38 %	124	180
Niemierski (1996)	0.12 %	54-70 %	30 %	102	42
Ciancio (1992)	-	50 %	50 %	-	-
Stöber et al. (1992)	0.20 %	78 %	57 %	-	-
Clavero et. al. (2003)	0.20 %	-	-	13	30
Axelsson und Lindhe (1987)	0.20 %	77 %	35 %	96	42
Arweiler et al. (2003)	0.20 %	86-96 %	-	-	-
Plischke (2001)	0.20 %	43-59 %	-	20	14

2.4.2 Cetylpyridiumchlorid, Wirkmechanismen und klinische Studien

Das CPC-Molekül besitzt hydrophile und hydrophobe Gruppen, die es erlauben, mit anderen Ionen-Gruppen Interaktionen einzugehen. Es wird vermutet, dass diese Interaktionen via kationischer Bindung mit Mikroorganismen in Analogie zu CHX sind (Scheie, 2003). CPC als quaternäre Ammoniumverbindung erhöht die Bakterienzellwandpermeabilität, begünstigt die Lyse, vermindert den Zellmetabolismus und die Fähigkeit der Bakterien, an Zahnoberflächen zu haften (Plischke 2001).

Neben den in Tabelle 2 aufgeführten Autoren untersuchten Ashley et al. (1984), Renton-Harper et al. (1996), Herrera et al. (2005), Blenman et al. (2005), Witt et al. (2005a, 2005b), Garcia-Godoy (2005), van Strydonk et al. (2005) und White (2005) den klinischen Effekt von CPC und beurteilten die Wirkung widersprüchlich. Auch das Studiendesign ist sehr unterschiedlich und dauerte bis zu 6 Monate an; zum Teil wurde die Lösung mit anderen Präparaten kombiniert sowie in ihrer Dosierung variiert.

Die Effektivität einer 0,07%igen alkoholfreien CPC-Mundspüllösung wurde durch Witt et al. (2005b) im Zusammenhang mit mechanischer Mundhygiene und im Vergleich mit ätherischen Ölen (Listerin®) sowie einem Placebo untersucht. Nach vier Tagen Mundspülung hatte die CPC-Lösung zu einer 25%igen Plaquereduktion an den Flächen ohne Mundhygiene geführt. Das Vergleichspräparat erwies sich ebenso wirkungsvoll. An den Zahnflächen mit einer mechanischen Mundhygiene wurde statistisch signifikant auch ein zusätzlicher gleichstarker antibakterieller Effekt von CPC und Listerin® gefunden. Die Einwirkdauer der Produkte betrug 60 Sekunden.

Demgegenüber konnten Moran et al. (1994) durch ihre Untersuchungen mit verschiedenen Mundspüllösungen über einen Zeitraum von vier Tagen sogar einen stärkeren antibakteriellen Effekt von 44 % mit einem Kombinationspräparat aus CPC und ätherischen Ölen (Listerin®) erzielen.

Irmisch und Tschöpe-Vogl (1996) testeten eine fluoridcetylpyridiumchloridhaltige Mundspüllösung (0,05 % NaF und 0,05 % CPC) bei Epileptikern und stellten eine signifikante Plaquereduktion von 10 Prozent gegenüber dem Ausgangszustand fest. Kurzzeitstudien mit CPC ergaben weitaus geringere Plaque- und Gingivitisreduktionen als bei Chlorhexidin (Sellmann 2006).

Neben der Erhebung von Plaque- und Gingivitisindizes wurde durch einige Autoren (Kozlovsky et al. 1996, Young et al. 2003, Roldan et al. 2005) auch die Wirksamkeit von CPC gegen Halitosis dokumentiert. So konnte durch Young et al. (2003) nachgewiesen werden, dass eine 0,2%ige CPC-Spüllösung kaum besser war als eine 0,025%ige CHX-Vergleichslösung.

Bei keiner der oben zitierten Studien konnten Nebenwirkungen beobachtet werden.

Tabelle 2: CPC-Studien mit Angabe von Wirkstoffkonzentration, Plaque- und Gingivitisreduktion, Probandenzahl und Untersuchungszeitraum

Autor	Konzentration	Plaque-reduktion	Gingivitis-hemmung	Probanden	Untersuchungszeitraum (Tage)
Allen et al. (1998)	0.05 %	28.2 %	24 %	111	180
Yates et al. (2002)	0.05 %	13.8 %	-	95	35
Walsh (1996)		10-15 %	20-25 %	124	6
Sheen et al. (2003)	0.05 % in Kombination mit Wasser und/oder mechanischer Mundhygiene	28.6 %	-	21	5
Vandekerckhove et al. (1995)	6,6 mg CPC	+ 37 %	*	52	18
Santos et al. (2004)	0.05 % CPC/ 0.05 % CHX	38-41 %	29-36 %	31	15
Witt et al. (2005a)	0.07 %	25 %	-	55	4
Mankodi et al. (2005)	0.07 %	15.8 %	33.3 %	124	180
Jenkins et al. (1994)	0.10 %	26 %	-	20	4
Stookey et al. (2005)	0.10 %	19 %	20 %	366	180

* kein Ausgangsbefund

2.4.3 Aminfluorid/Zinnfluorid, Wirkmechanismen und klinische Studien

Durch das bakterizid wirkende metallische Kation Zinn werden verschiedene bakterielle Sulfhydryl-Gruppen enthaltende Enzyme gehemmt. Dies betrifft insbesondere Enzyme, die für den Transport und Abbau von Zuckern in Bakterienzellen verantwortlich sind (Bowen 1990). Speziell das Glykolyseenzym Enolase ist der Angriffspunkt, an dem es zu einer Stoffwechselhemmung kommt. Die Enolase katalysiert die Umwandlung von 2-Phosphoglycerat in Phosphoenolpyruvat (Frunder 1984). Zusätzlich wirken Fluoride auf

den Kohlenhydratstoffwechsel und damit direkt gegen die mikrobielle Säurebildung (Marsh 2004). Durch die Eigenschaft der Plaque, Fluoridionen zu kumulieren, kann eine ausreichende Fluoridkonzentration in der Plaque angereichert werden (Guggenheim 1983, Jenkins und Edgar 1977).

In Kombinationspräparaten dient das Aminfluorid als Komplexbildner für das Zinnfluorid. Nach dem Einbringen des AmF/SnF_2 -Komplexes in die Mundhöhle kommt es durch die tensidähnliche Oberflächenaktivität des Präparates zu einer raschen Verteilung in der Mundhöhle und der Anlagerung an orale Strukturen (Walker 1988). Durch die beschriebenen Eigenschaften ist AmF/SnF_2 in der Lage, die Adhäsion von Mikroorganismen auf der Zahnoberfläche zu behindern (Gängler 2005, Stöber 2006).

Tabelle 3: Auswahl der AmF/SnF_2 -Studien (jeweils 125 ppm F) mit Angabe von Plaque- und Gingivitisreduktion, Probandenzahl und Untersuchungszeitraum

Autor	Plaque-reduktion	Gingivitis-hemmung	Probanden	Untersuchungszeitraum (Tage)
Zimmermann et al. (1993)	42 %	29 %	102	210
Schulz und Schulz (1989)	62 %	40 %	60	21
Mengel et. al. (1995)	54 %	18 %	150	270
Paraskevas et al. (2004)	29 %	-	80	730
Nonnenmacher et al. (2004)	*	*	44	22
von Wedelstädt (2001)	+ 116 %**	+ 36 %**	69	6
Bruhn et al. (2002)	48 %	36 %	85	180
Hoffmann et al. (2001)	60 %	-	81	180
Banoczy et al. (1989)	33 %	30-50 %	92	-
Banoczy und Nemes (1991)	64 %	57 %	42	28

* Untersuchung der Entzündungsmediatoren PGE₂, LTB₄, TxB₂

** ohne vorherige PZR

Die außergewöhnlichen antibakteriellen Eigenschaften der AmF/SnF_2 -Kombination werden durch reduzierte Plaque- und Gingivitisindizes deutlich belegt (Schulz und Schulz 1989, Stöber et al. 1992, Netuschil et al. 2003, Brex et al. 2003, Guarnelli et al. 2004, Trombelli et al. 2003).

Bei Trombelli et al. (2003) wurden zu Beginn der Studie bei 39 Teilnehmern ein Test- und ein Kontrollbereich im Mund festgelegt. Im Testbereich fand 21 Tage lang keine Mundhygiene statt, um experimentelle Gingivitis zu erzeugen. Für die Bewertung der Plaquebildung und das Fortschreiten der Gingivitis wurden klinische Parameter zu Beginn und zum Ende der Studie erhoben. Dabei zeigte sich, dass trotz einer ähnlichen Plaqueansammlung bei allen Teilnehmern die Gingivitiswerte sehr stark variierten. Anhand dieser Beobachtungen unterteilten die Autoren die Teilnehmer in Gruppen mit starker und geringer Entzündungsantwort. Im anschließenden Untersuchungszeitraum von drei Wochen putzten die Teilnehmer mit Meridol®-Zahnpaste und wendeten zusätzlich die Meridol®-Mundspüllösung an. Die Parameter der Plaquebildung und Gingivitis gingen dabei in beiden Gruppen deutlich zurück, wiesen aber auf die Dispositionsunterschiede der Entzündungsreaktion hin, die Grundlage der Gruppenbildung gewesen war.

Madlena et al. (2005) belegten an 42 Probanden nach Anwendung einer AmF/SnF₂-haltigen Zahnpaste eine signifikante Plaquereduktion, die aber in einer zweiten Gruppe bei Kombination mit einer AmF/SnF₂-haltigen Mundspüllösung noch stärker ausfiel (50 %). Die 30-sekündige Verabreichung erfolgte über vier Wochen.

Nemes et al. (1991) konnten durch die Anwendung von AmF/SnF₂ über fünf Monate eine deutliche Plaquereduktion von 64 % feststellen. NaF führte dagegen nur zu einer Reduktion von 39,8 %. Auch der SBI zeigte diesen signifikanten Unterschied (56,5 % bzw. 39 %).

2.4.4 Ätherische Öle (Listerin®), Wirkmechanismen und klinische Studien

Die antimikrobielle Wirkung einer Kombination ätherischer Öle ist in der Mundspüllösung „Listerin®“ umgesetzt. Die Öle sind für die Störung bzw. die Veränderung der Zellmembran (Teuscher et al. 1990) pathogener Keime wie *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* oder *Candida albicans* schon nach einer Einwirkzeit von 30 Sekunden (Kubert et al. 1993) und die Hemmung der Prostaglandinbiosynthese (Wagner und Wiener 1988) verantwortlich. Zusätzlich können in der Plaque die Glykolyse bzw. die Glykosyltransferase gehemmt werden. Bernimoulin und Deschner (1995) berichteten außerdem von einer antiinflammatorischen und cyclooxygenasehemmenden Aktivität der ätherischen Öle.

Die Verweildauer der Wirksubstanzen in der Mundhöhle, ihre Substantivität, scheint aber gering zu sein. Weiterhin ist nicht hinreichend geklärt, inwiefern der als Lösungsmittel dienende Alkohol, der denaturiert auf die Bakterienzelle einwirkt, zum antibakteriellen Effekt

beiträgt. Aber aufgrund der o. g. Effekte konnten Balbuena et al. (1998) eine Stunde nach einmaliger Spülung eine signifikante Reduktion der Bakterienzahl registrieren. Der plaquehemmenden Wirkung von Listerin[®] liegt laut Scheie (2003) ein deutlicher bakterizider Effekt zugrunde.

Pan et al. (1999) zeigten, dass Listerin[®] gegenüber oralen Mikroorganismen (*S. mutans*, *Prevotella*) eine signifikant stärkere Aktivität als eine AmF/SnF₂-Lösung entfaltet, unabhängig davon, ob sich Mikroorganismen in einem planktonischen Zustand oder in einem Biofilm befanden.

An zahlreichen Lang- und Kurzzeitstudien (Tab. 4) konnte durch mikrobiologische und klinische Untersuchungen der plaque- und gingivitisinhibierende Effekt der Listerin[®]-Lösung mit unterschiedlichen Befunden dokumentiert werden (Löe et al. 1976, Yankell et al. 1988, Ross et al. 1989, Fine et al. 1992, Brex et al. 1992, Moran et al. 1997, Riep et al. 1999, Ciancio 2003, Bernimoulin 2003, Ouhayoun 2003, 2004, Santos 2003). Die Plaquereduktion durch Listerin[®] betrug dabei zwischen 19 und 56 Prozent. Die Resultate der Gingivitisreduktionen schwankten zwischen 29 und 36 Prozent (Tab. 4). In den Studien von Gordon et al. (1985), Lamster et al. (1983), Overholster et al. (1990), Charles et al. (2001), DePaola et al. (1989) wurden die Probanden aufgefordert, zweimal täglich zu spülen. Die üblichen Mundhygieneaktionen wurden über einen Zeitraum von 6 bis 9 Monaten beibehalten. Verglichen mit einem Placebo blieb die Plaquerrekolonisation zwischen 19 und 34 Prozent ($p < 0,01$ bzw. $p < 0,001$) reduziert.

Plischke (2001) konnte bei ihren Untersuchungen mit Listerin[®] eine 19%ige Plaquereduktion nachweisen. Bei der metrischen Bewertung der Plaquefläche fiel die Plaquehemmung gegenüber einem Placebo mit 40 % sogar noch deutlich stärker aus.

Die Dauer der Studien variierte zwischen 1,5 und 9 Monaten (Axelson und Lindhe 1987, Gordon et al. 1985, Fine et al. 2005), wobei ein nachlassender antibakterieller Effekt bei Ausdehnung der Studienzeit sichtbar wurde (Tab. 4), wie es auch im Vergleich mit anderen Substanzen auffiel. Der additive Effekt der Mundspüllösung wurde gleichfalls bei Kombination mit mechanischer Plaquekontrolle nachgewiesen (Charles et al. 2001, Sharma et al. 2004, Fine et al. 1985).

Fine et al. (2005) zeigten z. B. an 78 Probanden bei Nutzung von Listerin® über einen Zeitraum von 9 Monaten eine deutliche Plaquereduktion von 59 Prozent, die sie durch Bestimmung des Proteingehaltes der Plaque verifizierten.

Bei keiner der Studien konnten Nebenwirkungen registriert werden. Schiffner (1999) stellte jedoch fest, dass Zahnverfärbungen und Geschmacksirritationen auftreten können.

Tabelle 4: Auswahl der Listerin®-Studien mit Angabe von Plaque- und Gingivitisreduktion, Probandenzahl und Untersuchungszeitraum (0,064 % ätherische Öle)

Autor	Plaque-reduktion	Gingivitis-hemmung	Probanden	Untersuchungs-zeitraum (Monate)
Lamster et al. (1983)	22.2 %	28.2 %	145	6
Gordon et al. (1985)	19.5 %	24 %	85	9
DePaola et al. (1989)	34.0 %	34 %	107	6
Overholster et al. (1990)	36.1 %	36 %	124	6
Sharma et al. (2004)	52 %	21 %	237	6
Charles et al. (2004)	18.8 %	14 %	108	6
Fine et al. (2005)	20.7 %	27.2 %	78	9
Ciancio et al. (1995)	54 %	34 %	-	3
Charles et al. (2001)	56 %	23 %	316	6
Axelsson und Lindhe (1987)	51 %	51 %	96	1.5
Santos et al. (2006)	40 %	16 %	376	6

3 Zielstellung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war der Vergleich der plaqueinhibierenden Wirkung verschiedener auf dem Markt verfügbarer Mundspüllösungen unter den Bedingungen einer niedergelassenen Zahnarztpraxis und der Einsatz dieser Präparate in der intraoralen Plaque-pH-Messung mit der Fragestellung, ob sich die klinisch festgestellte Abstufung der Effektivität auch im Einfluss auf die Stephankurve nachweisen lässt.

Als antibakterielle Wirkstoffe wurden

1. Chlorhexidin (CHX) als Corsodyl® (GlaxoSmithKline Consumer Healthcare GmbH & Co. KG, Bühl, Deutschland) im Sinne des „Goldstandards“ plaqueinhibierender Agenzien,
2. Cetylpyridiniumchlorid (CPC) als Glister® (Amway Europa, Zaventem, Belgien) als quarternäre Ammoniumverbindung,
3. Amin-/Zinnfluorid (AmF/SnF_2) als Meridol® (GABA GmbH, Lörrach, Deutschland) als antibakteriell wirksames Fluorid mit zusätzlichem Schwermetallioneneffekt (Sn)
4. Listerin® als eine Kombination aus ätherischen Ölen, Metylsalicylat, Natriumzitat und Benzoesäure (Pfizer Consumer Healthcare, Karlsruhe, Deutschland)

ausgewählt.

Die klinisch registrierbare Plaqueinhibierung sollte nach professioneller Mundhygiene mit Indizes aufgezeichnet und fotografisch dokumentiert werden, wenn die Mundspüllungen über eine Woche die einzige Mundhygienemaßnahme darstellten.

Die Geschwindigkeit der Rekolonisation wurde mit Indizes erfasst und fotografisch dokumentiert, woran sich die zusätzliche Fragestellung ableitete, wie gut sich die Übereinstimmung klinischer Indizes zur planimetrischen Auswertung der Fotodokumentation darstellt.

Ein weiteres Ziel war zu überprüfen, ob Mundspüllösungen mit antibakteriellen Eigenschaften den Stoffwechsel der dentalen Plaque so stark inhibieren, dass dies in einer veränderten Stephankurve nach Verabreichung von Zucker bei intraoraler Plaque-pH-Messung beurteilbar ist. Der Einfluss der Präparate auf die Stephankurve sollte sowohl als Folge des Einflusses auf den Plaqueakkumulationsprozess durch Spülung über mehrere Tage als auch als direkter Hemmeffekt nach einmaliger Verabreichung differenziert betrachtet werden.

4 Material und Methoden

4.1 Mundspüllösungen

Als Vertreter antibakteriell wirksamer Mundspüllösungen wurden 0,2 % Chlorhexidin (CHX) als Diglukonat, 0,04 % Cetylpyridiniumchlorid (CPC), 250 ppm F⁻ als Aminfluorid/Zinnfluorid (AmF/SnF₂)-Lösung und Listerin® ausgewählt (Tab. 5). Diese Lösungen wurden unverdünnt oder bei CPC nach Herstellerangabe verdünnt eingesetzt und jeweils morgens und abends als alleinige Mundhygienemaßnahme über sieben Tage nach einer professionellen Mundhygiene angewandt. Die jeweilige Einwirkdauer wurde bei allen Präparaten gleich mit 30 Sekunden ausgewählt. Die professionelle Mundhygiene erfolgte zu Beginn des Untersuchungsablaufes am 0. Tag zur Schaffung gleicher Ausgangsbedingungen bei den Probanden.

Tabelle 5: Übersicht über die angewandten Mundspüllösungen, ihre Wirkstoffe, deren Konzentration und sonstige vom Hersteller bekannt gegebene galenische Daten

Produkt/ Handelsname	Zusammensetzung	Hersteller	Anwendung	pH-Wert
CHX	Chlorhexidin- diglukonat 0,2 %	GlaxoSmithKline, Consumer Health- care, Bühl, Deutschland	30 Sekunden mit 10-15 ml , 2 x täglich unverdünnt spülen	5,75
CPC	Cetylpyridinium- chlorid 2,0 %,	Amway Europa, Zaventem, Belgien	5 Spritzer (Pumpaufsatz) in den beigegefügtten Becher ge- ben und bis zur Markierung mit Wasser auffüllen	5,90 in wässriger Lö- sung (30 ml): 7,20
AmF/SnF ₂	Aminfluorid (AmF, Olaflur) und Zinnfluo- rid (SnF ₂) je- weils 125 ppm F	GABA GmbH, Lörrach, Deutschland	gebrauchsfertige Mundspüllö- sung (Verschlusskappe ca. 10-15 ml) 30 Sek. unverdünnt spülen, dann ausspucken und nicht nachspülen, 2 x täglich spülen	3,62
Listerin®	ätherische Öle (0,064 %)	Pfizer Consumer Healthcare, Karls- ruhe, Deutschland	20 ml unverdünnte Listerin®- Mundspüllösung, 30 Sekun- den spülen, 2 x täglich an- wenden, 10-15 ml	4,22

4.2 Probanden

Die Untersuchungen wurden an 40 freiwilligen Probanden im Alter zwischen 18 und 25 Jahren in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis vorgenommen. Die Teilnehmer waren über Inhalt und Ablauf der Studie informiert; ihre Zustimmung zur Teilnahme an der Studie lag ebenso vor wie die Zustimmung der Ethik-Kommission des Klinikums der Friedrich-

Schiller-Universität Jena. Die Zuordnung der Probanden nach Geschlecht und Wirkstoffgruppen erfolgte zufällig und ist in nachstehender Tabelle 6 zu erkennen.

Tabelle 6: Verteilung der Probanden in den Gruppen

	CHX	Listerin®	CPC	AmF/SnF ₂
Weiblich	5	4	5	1
Männlich	5	6	5	9
Gesamt	10	10	10	10

Bei der Auswahl sollten die Probanden folgende Parameter erfüllen:

mindestens 20 nicht überkronte Zähne, davon wenigstens 5 Ramfjord-Zähne,

- guter Allgemeinzustand,
- keine systemischen Erkrankungen,
- keine Schwangerschaft,
- keine antibiotische und antiphlogistische Behandlung in den letzten 4 Wochen,
- keine kieferorthopädische Behandlung,
- keine Karies oder fortgeschrittene Parodontitis.

4.3 Klinische Untersuchung

Der Ablauf der klinischen Studie umfasste mehrere Abschnitte:

1. klinische Instruktion und Vorbereitung der Probanden,
 2. Erhebung der Plaque- und Gingivaindizes und
 3. die fotografische Dokumentation sowie deren
 4. planimetrische Auswertung.
- } vor der professionellen Mundhygiene und während der Spülaktion am 1., 3., 5. u. 7. Tag

4.3.1 Indizes

Als geeignete Indizes wurden der Plaque-Index nach Quigley und Hein (1962) für die Erfassung der Plaqueausdehnung sowie der Sulkus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son (1971) als Indikator für die Gingivitis angewandt.

Dem Plaque-Index nach Quigley und Hein liegen 6 Grade zugrunde:

Grad 0 = keine Plaque

Grad 1 = vereinzelte Plaque-Kolonien entlang des Zahnsaumes

Grad 2 = eine deutliche Plaque-Linie am Zahnsaum

Grad 3 = Zahnbeläge bedecken das zervikale Drittel der Zahnoberfläche

Grad 4 = Zahnbeläge bedecken bis zu zwei Drittel der Zahnoberfläche

Grad 5 = Zahnbeläge bedecken mehr als zwei Drittel der Zahnoberfläche.

Einer ähnlichen Einteilung folgt der Sulkus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son:

Grad 0 = keine Blutung

Grad 1 = Blutungspunkt nach Sondierung

Grad 2 = Blutung und entzündliche Rötung der Gingiva

Grad 3 = Blutung und Rötung und leicht ödematöse Schwellung der Gingiva

Grad 4 = Blutung und Rötung und offensichtliche Schwellung der Gingiva

Grad 5 = Spontanblutung, starke Schwellung und Farbveränderung der Gingiva.

4.3.2 Klinisches Vorgehen

Die Probanden (n=10 pro Gruppe) wurden am 0. Tag in der Zahnarztpraxis mit professioneller Mundhygiene vorbereitet. Zu Beginn der Untersuchung wurde ihr DMF/T-Index nach WHO-Kriterien (1997) und anschließend der Index nach Quigley und Hein (1962) erhoben; an den Ramfjord-Zähnen [16, 21, 24, 36, 41, 44] wurde mittels Plaquerelevator die Plaqueausdehnung registriert. Als geeigneter Revelator hatte sich Mira-2-Ton (Hager & Werken GmbH & Co. KG, Duisburg, Deutschland) mit den Inhaltsstoffen Phloxin B und Patentblau (E 133) erwiesen. Die Tingierung wurde zuerst im Oberkiefer vorgenommen und die Werte in einem eigens dafür entwickelten Messprotokoll (siehe Anhang) aufgezeichnet. Die gleichen Arbeitsschritte folgten im Unterkiefer.

Zur Erhebung des Sulkus-Blutungs-Index wurde die WHO-Messsonde LM 550B XSi (LM-Dental, Finnland) benutzt. Unter leichtem Sondendruck wurde der Sulkus vestibulär umfahren und nach 30 Sekunden die Blutungsneigung beurteilt sowie die Rötung und Schwellung der Gingiva bewertet.

Parallel zur Erhebung aller Indizes erfolgte die Fotodokumentation (siehe unten) der Plaqueausdehnung an der vestibulären Fläche der seitlichen Schneidezähne.

Anschließend erfolgte eine professionelle Mundhygiene mittels Zahnsteinentfernungsgerät (KaVo, Biberach, Deutschland), Epitex-Polierstreifen (GC, Japan), Interdentalbürsten (TePe, Schweden) sowie eines Pulverstrahlgerätes (Air-Flow-Handy, EMS, Schweiz). Der erreichte Zustand wurde gleichfalls fotodokumentiert und die Probanden instruiert, die jeweilige Mundspüllösung wie in der vom Hersteller angegebenen Dosierung morgens und abends anzuwenden. Sie verzichteten in den kommenden sieben Tagen auf jede andere Art der mechanischen Mundhygiene und mieden weiterhin harte Speisen (z. B. Nüsse).

Am 1., 3., 5. und 7. Tag wurden die klinischen Untersuchungen und die Fotodokumentation in dem oben beschriebenen Umfang wiederholt. Zum Abschluss der Studie fand eine professionelle Mundhygiene statt.

4.3.3 Fotografische Dokumentation

Die fotografische Dokumentation erfolgte mit einer Olympus-Kamera C-5060 (5,1 Millionen Pixel), die mit einem LED-Ringblitz versehen war. Durch eine Nahlinse wurde die Brennweite der Kamera so verkürzt, dass orale Makroaufnahmen möglich waren. Bei den Wiederholungsaufnahmen während der Verlaufskontrolle wurden die Einstellungen durch den Bildschirm der digitalen Kameras überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

Über eine USB-Schnittstelle wurden die Bilder in einem Computer zwischengespeichert (Canon ZOOM Browser EX) und im JPEG-Format auf einer CD für die Verarbeitung im automatischen Bildanalyse und -verarbeitungssystem KS 100 (Carl Zeiss Vision GmbH, Hallbergmoos, Deutschland) konserviert.

Um die Bilder hinsichtlich der Vergrößerung zu standardisieren, wurden ein Distanzmessstab (Eigenbau) zur Reproduktion des Fokusabstandes und ein Millimeter-Messstreifen (siehe unten) benutzt. Die individualspezifischen Parameter der Aufnahmetechnik bis hin zur Ausleuchtung wurden registriert, um reproduzierbare Aufnahmen während des sieben-tägigen Spülprogramms zu erhalten.

Für die Fotodokumentation der seitlichen Schneidezähne wurde auf einen rechten Winkel des Kamerafokuses zur vestibulären Zahnfläche geachtet, um Verzerrungen im Bereich des Zahnumfangs so gering wie möglich zu halten. Für die spätere planimetrische Auswertung der Bilder wurde ein Messstreifen (Abb. 2) mit Millimetreinteilung am benachbarten Interdentalraum positioniert.

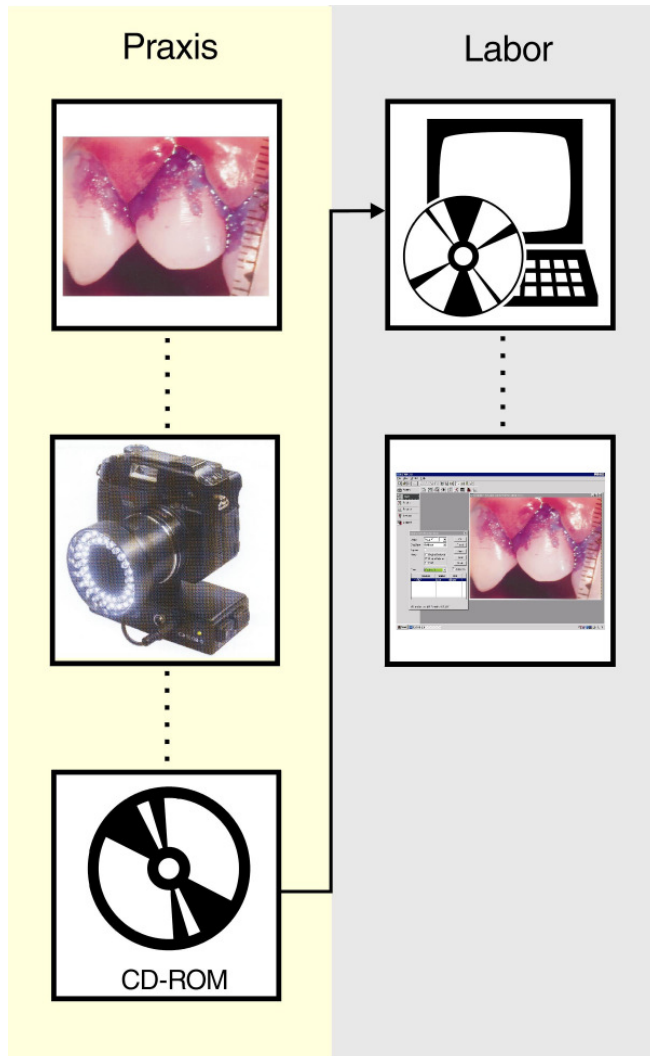


Abb. 1: Schema der fotografischen Dokumentation

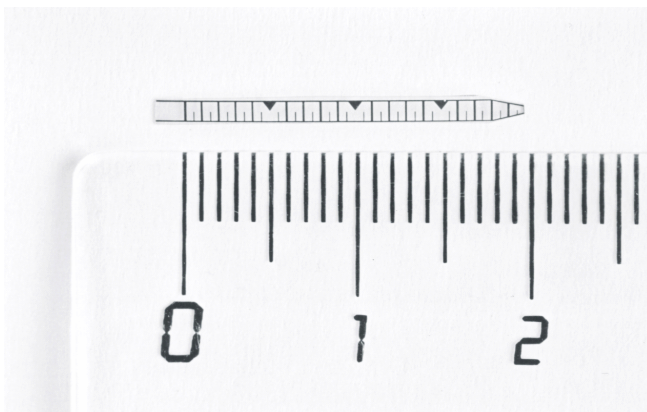


Abb. 2: Der verwendete Messstreifen

4.3.4 Planimetrische Auswertung

Die im JPEG-Format verfügbaren Aufnahmen der seitlichen Schneidezähne wurden in den Auswertungscomputer KS-100 eingelesen (Abb. 3). Vor dem eigentlichen Messvorgang der Zahn- bzw. Plaquefläche erfolgte die Kalibrierung des Auswertungssystems mit Hilfe des gleichzeitig abgebildeten Millimetermaßstabes. Anschließend wurde der Zahn auf dem Bildschirm mit dem Pfeil-Cursor umfahren und die entsprechende Fläche in Quadratmillimetern vom Auswertungssystem berechnet und aufgezeichnet. Die tingierte Plaquefläche wurde nachfolgend ebenso bewertet.

Jedes Bild der 40 Probanden vom 0., 1., 3., 5. und 7. Tag wurde dreifach ausgewertet und jeweils ein individueller Mittelwert pro Tag errechnet.

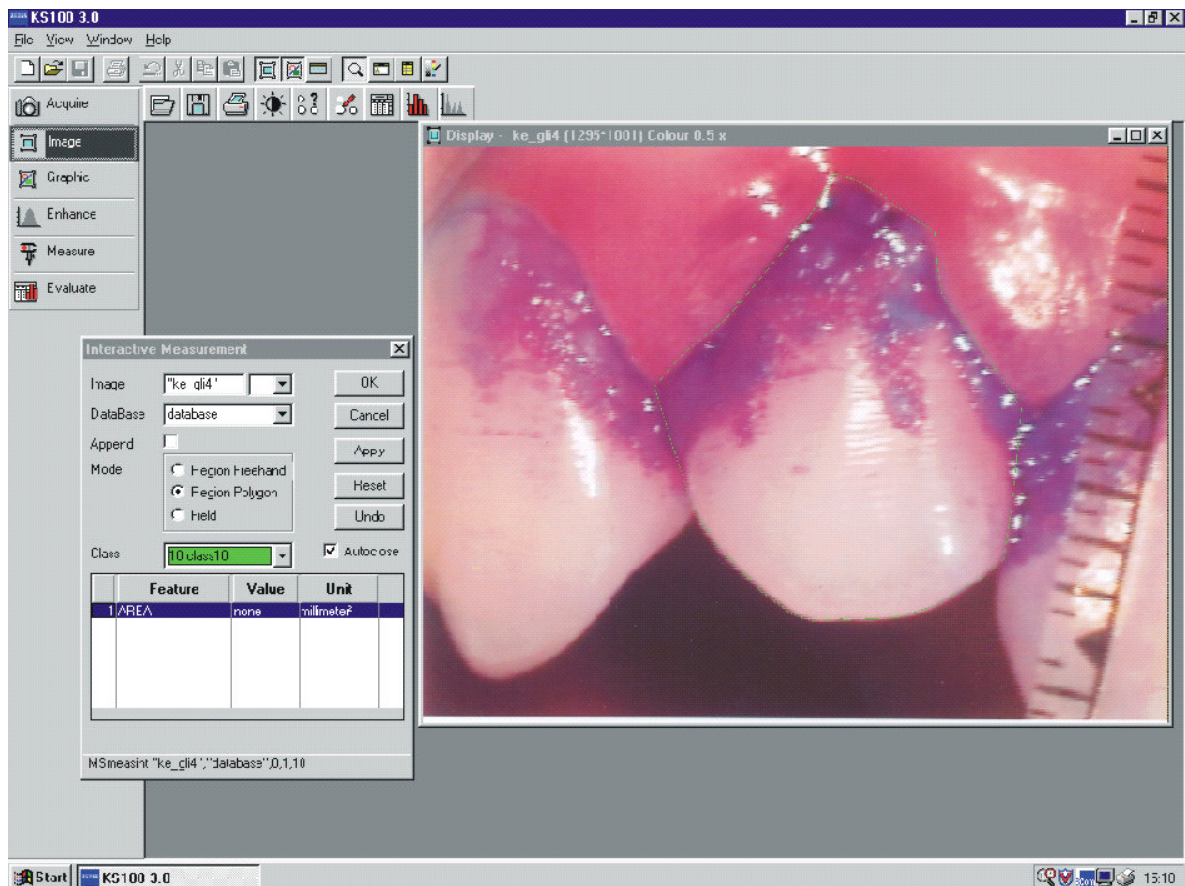


Abb. 3: Bestimmung der Größe der Vestibularfläche 12 am Auswertungsgerät KS100 (Monitoransicht)

4.4 Intraorale telemetrische Plaque-pH-Messtechnik

4.4.1 Probanden und Methode

Um die plaquehemmende Wirkung der Mundspüllösung direkt zu messen, wurde ihr Einfluss auf die Stephankurve bei intraoraler pH-Messung mit dem Verfahren der pH-Telemetrie untersucht. Das angewandte Verfahren entsprach der Methode nach Imfeld (1983) und Stösser et al. (1990, 2005).

Fünf gesunde Probanden im Alter von 68 bis 83 Jahren mit einer Molarenlücke und durchschnittlich 15-23 natürlichen Zähnen sowie einer Teilprothese im Unterkiefer nahmen an der vorliegenden Untersuchung in der betreuenden Hochschuleinrichtung teil.

Die Methode umfasst apparativ drei Teile:

- eine individuelle Messprothese,
- ein pH-Messgerät sowie
- ein Datenerfassungssystem zur Registrierung und Auswertung.

4.4.2 Messprothese

Die jeweilige Messprothese besaß an der Stelle der Molarenlücke einen Kunststoffblock, in den die Miniaturglaselektrode (Sensortechnik Meinsberg, Deutschland) und ein Miniatursteckverbinder integriert waren (Abb. 4). Die Lokalisation der pH-Elektrode erfolgte in der Regel so, dass der Elektrodensensor auf die distale Fläche eines gesunden Prämolaren gerichtet war. Die Referenzelektrode zur Ableitung des Elektrodenpotentials bildete eine selbstklebende Hautelektrode mit einem Ag/AgCl-System (Ambu, Blue Sensor NF50K, Ølstykke, Dänemark).

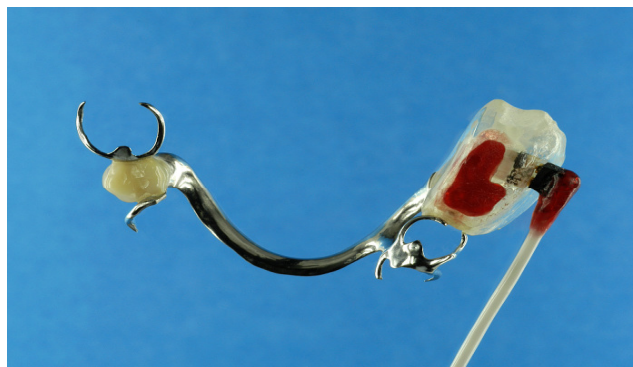


Abb. 4: Prothese zur intraoralen pH-Messung mit Steckverbindung

4.4.3 Mess- und Auswertungssystem

Zur Auswertung diente ein computergestützter Messplatz (Stöber et. al. 1990), an dem eingangs das Elektrodenpotential in eine spannungsproportionale Frequenz transformiert wurde, die optoelektrisch an das eigentliche Datenerfassungssystem weitergeleitet wurde, wo die Möglichkeit der elektronischen Mittelwertbildung in vorgegebenen Zeitintervallen bestand.

4.4.4 Untersuchungsablauf mit den Mundspüllösungen

Die Messungen wurden entweder nach Etablierung einer vier Tage alten Plaque (Vorgehen A) durchgeführt oder es wurde während der viertägigen Plaqueakkumulation von den Probanden zweimal täglich gespült und die Messung an dieser „gestört“ ausgebildeten Plaque vorgenommen (Vorgehen B). Dieses unterschiedliche Vorgehen ist in Abbildung 4 dargestellt.

Beim Vorgehen A wurde die Messprothese jeweils vier Tage vor der pH-Messung eingegliedert und die Probanden angewiesen, ihre normalen Essgewohnheiten beizubehalten, sich jedoch jeglicher Mundhygiene im Unterkiefer (Position der Elektrode) zu enthalten. Spülungen mit Wasser zur Nahrungsrestentfernung und der vorsichtige Gebrauch einer Zahnbürste ohne Zahnpaste im Oberkiefer waren gestattet. Dieses Vorgehen erlaubte ein ungestörtes Plaquewachstum auf der Membranoberfläche der interdental ausgerichteten Elektrode.

Die folgenden intraoralen Plaque-pH-Messungen erfolgten entsprechend einem konstanten Zeitschema, wie es in der grafischen Darstellung der Ergebnisse ersichtlich ist (Abb. 5). Vor jeder Messung wurde neutrales Paraffin gekaut und eine 15-minütige Ruhephase eingehalten.

Bei Vorgehen A wurde nach viertägiger Plaqueakkumulation eine Stephankurve durch Verabreichung von 10%iger Saccharoselösung aufgezeichnet und die pH-Senkung nach 50 Minuten durch eine Wasserspülung und Paraffinkauen abgebrochen. Nach Rückkehr der Kurve in den Neutralbereich spülte der Proband mit einer der jeweils zu untersuchenden Mundspüllösungen und unmittelbar anschließend erneut mit der 10%igen Saccharoselösung, um die Hemmung des Stoffwechsels der Plaque gegenüber der ersten Kurve zu erkennen. Ausgewertet wurde bei diesem Vorgehen sowohl der niedrigste pH-Wert,

den die Kurve erreichte, als auch die Fläche dieser Kurve zwischen pH 6,0 und der ins Saure führenden Kurve, um die gebildete Säuremenge zu charakterisieren.

Bei Vorgehen B wurde nach viertägiger Anwendung der Mundspülpräparate eine 10%ige Saccharosekurve aufgezeichnet, anschließend wurde die Messelektrode von Plaque gereinigt, um bei einer nachfolgend registrierten zweiten 10%igen Saccharosekurve zu erkennen, ob diese Kurve durch akkumulierte Plaque auf der Elektrode oder durch die Speichel-Mundhöhlenflora in toto ausgelöst war.

In diesem Zusammenhang wurde zwei Wochen nach Anwendung der Präparate nochmals der pH-Verlauf der Mundhöhle mit einer sauberen Elektrode nach 10%iger Saccharosebelastung gemessen, um zu erkennen, ob die Mundhöhlenflora durch die jeweiligen Spülprozeduren zuvor in ihrer Aktivität eingeschränkt war. Bei diesem Vorgehen B wurde in der Auswertung der jeweils niedrigste pH-Wert der drei Stephankurven

- Elektrode mit Plaque, die während der Spülung akkumuliert wurde,
 - Elektrode gereinigt, die Mundhöhle war zuvor zweimal täglich über vier Tage durch die Spüllösungen hygienisiert,
 - Elektrode ohne Plaque, die Mundhöhle wurde zuvor nicht mit der Mundspüllösung belastet
- registriert.

Außerdem wurde die Säurekonzentration durch den Flächeninhalt zwischen der Kurve und pH 6,0 ausgedrückt.

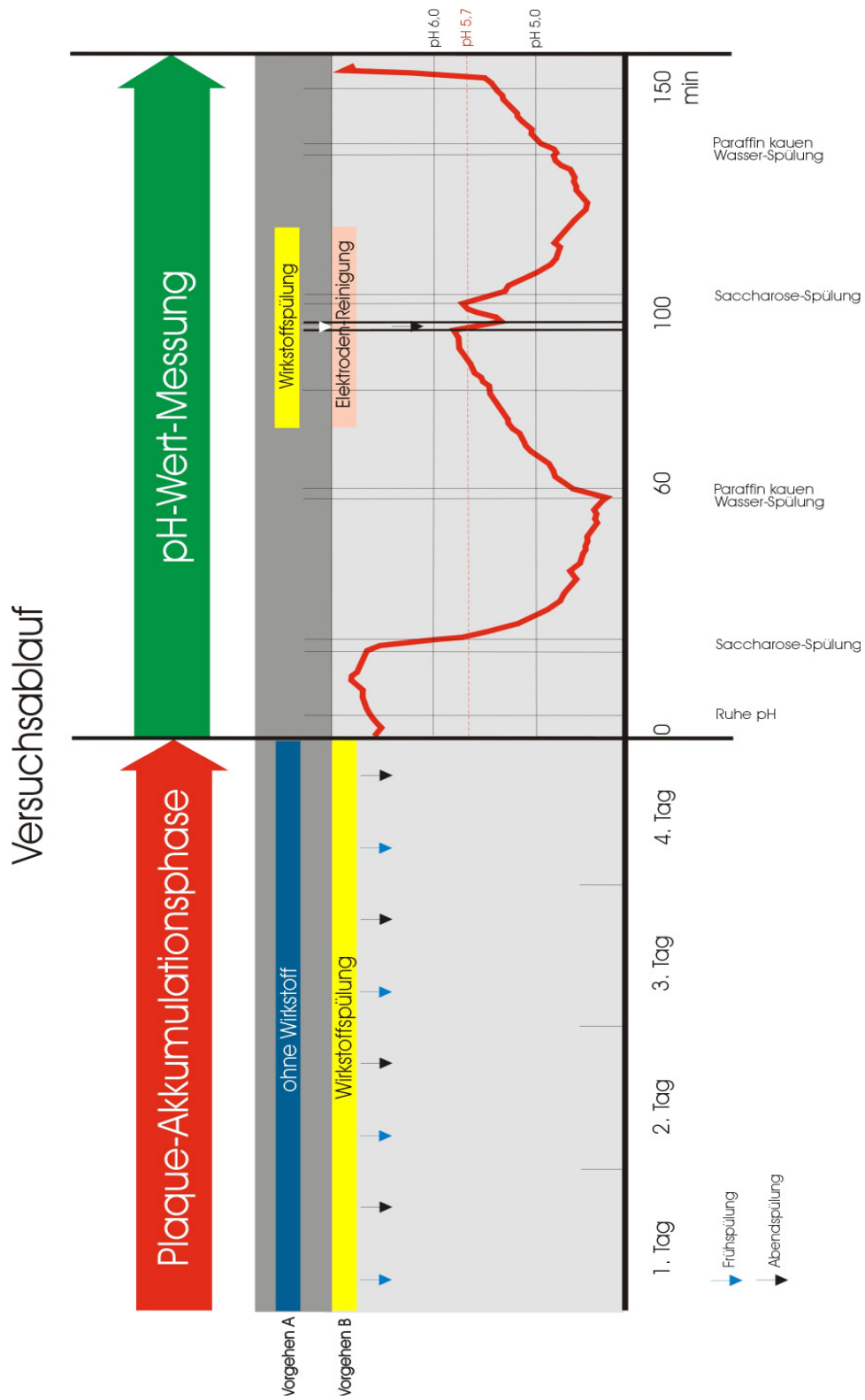


Abb. 5: Schema des telemetrischen Vorgehens

4.5 Statistische Auswertung

Für die Auswertung wurden die zugrunde liegenden Daten als metrisch betrachtet, so dass parametrische Verfahren verwendet wurden. Es wurde mit univariaten Varianzanalysen gearbeitet. Sofern dieser Globaltest mindestens auf dem 5-%-Niveau signifikant war, wurden Bonferroni-adjustierte Post-hoc-Tests durchgeführt (Bortz 1985). Die Auswertungen erfolgten mit SPSS in der Version 11.0.1. Es wurden die konventionellen Signifikanzgrenzen und Bezeichnungen verwendet, so dass „signifikant“ einem alpha-Fehlerniveau unter 0,05 und „sehr signifikant“ einem Niveau unter 0,01 entsprach. Von einer Tendenz wurde bei einem Fehlerniveau unter 0,10 gesprochen.

Unabhängige Variable war in allen Fällen der vierfach gestufte Wirkstoff-Faktor mit den Stufen CHX, CPC, AmF/SnF₂ und Listerin®. Als abhängige Variable wurden eingesetzt:

- %-Plaque-Ausdehnung zur Basis-Erhebung,
- %-Plaque-Ausdehnung am 7. Tag,
- QHI am 7. Tag und
- für den SBI-Wert die Differenz zwischen Basis-Erhebung und dem 7. Tag.

5 Ergebnisse

5.1 Klinische Ausgangsparameter der Probanden

Die Probanden des Spülprogramms in der niedergelassenen Praxis wurden den Wirkstoffgruppen zufällig zugeordnet, ihr Durchschnittsalter lag zwischen 18 und 25 Jahren und der DMFT reichte von 4,1 bis 5,2 in den verschiedenen Gruppen ohne statistischen Unterschied. Alle Probanden wurden vor Eintritt in die Untersuchung saniert, die M-Komponente war zufällig über die Gruppen verteilt (Tab. 8). Die QHI-Werte zwischen 1,8 und 2,01 wiesen auf eine nur befriedigende Mundhygiene mit einem Plaquesaum, aber ohne Unterschiede zwischen den Gruppen hin. Die Unterschiede in der Blutungsneigung (SBI 0,6-1,0) waren zwischen den Gruppen ebenfalls unbedeutend.

Tabelle 7: Kariesstatus und Mundhygienebefunde der Probanden (n=10 pro Gruppe) zu Beginn der Untersuchung

Wirkstoff	Alter	Klinik			planimetrische Parameter am lateralen Schneidezahn		
		DMF/T	QHI	SBI	vestibuläre Zahnfläche mm ²	Plaquesausdehnung mm ²	Plaques-Prozente mit $\bar{x} \pm s$
CHX	21,5	4,9	2,02	0,58	42,48	11,92	28 \pm 30,2
CPC	22,6	5,2	1,87	0,90	48,25	5,57	11 \pm 18,9
AmF/SnF ₂	23,9	5,0	1,74	0,98	46,75	6,86	15 \pm 19,3
Listerin®	24,1	4,1	1,80	0,62	45,25	8,35	18 \pm 18,7

Wenn die Plaquesausdehnung an den seitlichen Schneidezähnen planimetrisch erhoben wurde, waren von der 42-48 mm² großen Labialfläche dieser Zähne etwa 11-28 Prozent mit Plaque bedeckt. Die Unterschiede im Plaquesbasisbefund waren zwischen allen Gruppen zufällig, auch zwischen der CPC- und CHX-Gruppe (p=0,367).

5.2 Planimetrische Messgenauigkeit

Da die Plaquesakkumulation auf einer Zahnfläche (100 %) gegenüber dieser relativiert wurde (x %), aber zwischen den Probanden die Größe der Zahnfläche starken individuellen Schwankungen unterlag, sollte durch wiederholte Messung die Reproduzierbarkeit der planimetrischen Erhebung und ihre Auswirkung auf den prozentualen Plaqueswert ermittelt werden.

Tabelle 8: M-Komponente im DMF/T der nach den Untersuchungsgruppen geordneten Probanden

Wirkstoff	CHX	CPC	AmF/SnF ₂	Listerin®
Probanden	2	0	1	3
	0	0	1	3
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	4	1	0	0
	1	0	0	0
	1	4	0	0
	0	1	0	0
	0	4	4	0
\bar{x}	0,8	1	0,6	0,6
s	1,31	1,63	1,2	1,26
V	1,64	1,63	2	2,1

Bei einer mittleren Zahnfläche von 45 bis 46 mm² (Proband AP) machte die prozentuale Abweichung wiederholter Messungen ein Prozent aus (Tab. 9). Bei einer größeren Zahnfläche von etwa 60 mm² (Proband MR) betrug die Abweichung ebenso ein Prozent und wuchs nur bei besonders kleinen Zahnflächen (Proband CB) auf zwei Prozent an.

Tabelle 9: Reproduzierbarkeit der planimetrischen Erfassung der Plaqueausdehnung an different großen Zahnflächen

Tag	vestibuläre Zahnfläche in mm ²		
	mittel	groß	klein
Proband	AP	MR	CB
0.	46,65	60,87	30,68
1.	46,46	59,32	30,17
3.	46,25	60,19	29,81
5.	45,51	60,77	29,58
7.	46,11	60,62	30,89
\bar{x}	46,2	60,35	30,23
s	0,44	0,63	0,57
V (%)	1	1	2

5.3 Klinische Indizes zur Plaqueakkumulation unter dem Einfluss antibakterieller Mundspülung

5.3.1 QHI-Index

Vor der professionellen Mundhygiene wurde bei den Probanden eine Plaquebesiedlung (QHI) von 1,7 bis 2,0 ohne signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt (Tab. 10). Nach der professionellen Plaqueentfernung am Starttag des Spülprogramms wurde die Aufnahme der Indizes nicht wiederholt, sondern von einem QHI-Wert nahe Null ausgegangen. 24 Stunden später waren unter dem Spülprogramm die QHI-Werte wieder auf 0,7–1,2 gestiegen und nahmen in Abhängigkeit vom angewendeten Präparat kontinuierlich in der weiteren Beobachtungszeit ohne mechanische Mundhygiene zu. Nach sieben Tagen war der QHI in der CPC-Gruppe auf 3,8 angewachsen (Abb. 7), während in den anderen Gruppen die Plaquebildung langsamer verlief und bei CHX der niedrigste Wert mit 2,8 registriert wurde (Abb. 6).

Tabelle 10: Plaqueakkumulation während 7-tägiger Mundspülungen mit den Präparaten CHX, CPC, AmF/SnF₂ oder Listerin®

	QHI-Werte					Statistik
Wirkstoff	0. Tag	1. Tag	3. Tag	5. Tag	7. Tag	p
CHX	2,02	1,24	1,70	2,64	2,82	0,012
CPC	1,87	1,31	2,50	3,23	3,82	
AmF/SnF ₂	1,74	0,75	2,14	2,62	3,28	0,049
Listerin®	1,80	1,23	2,17	2,56	2,98	

(p = Signifikanz)

Die Lösungen Listerin® und AmF/SnF₂ hemmten die Plaqueausdehnung weniger stark (Abb. 8 bzw. Abb. 9); die CPC-Wirkung fiel am geringsten aus. Bei dem Mittelwertvergleich der Plaqueindizes konnte die CHX- und Listerin®-Wirkung von CPC statistisch signifikant abgegrenzt werden, während die anderen Unterschiede zufällig blieben. Auch der Unterschied zwischen CHX und AmF/SnF₂ und CHX zu Listerin® konnte statistisch nicht bestätigt werden.

5.3.2 Der Sulkus-Blutungs-Index während der verschiedenen Mundspülprogramme

Ein unterschiedlicher Ausgangszustand gingivaler Entzündung, mit dem die Probanden in die Untersuchung eintraten, konnte statistisch nicht nachgewiesen werden (Tab. 11). Einen Tag nach Beginn der Studie war der sehr hohe Ausgangs-SBI in der Aminfluorid/Zinnfluorid-Gruppe deutlich reduziert, wie es auch in den anderen Wirkstoffgruppen beo-

bachtet wurde (Tab. 11). Die gingivale Entzündung wurde durch die Mundspülungen weiter zurückgedrängt und verharnte nur in der CPC-Gruppe auf dem Niveau des zweiten Tages. Durch AmF/SnF₂-, Listerin®- oder CHX-Spülung wurde in dieser Folge ein zunehmend stärkerer antiinflammatorischer Effekt ausgeübt, so dass in der CHX-Gruppe nach einer Woche ohne mechanische Mundhygiene nur noch ein SBI von 0,1 zu verzeichnen war. Vom Ausgangszustand beim Erscheinen in der Sprechstunde unterschieden sich alle Endwerte statistisch signifikant, wenn auch mit unterschiedlicher Ausprägung (Tab. 11).

Tabelle 11: Sulkus-Blutungs-Index über sieben Tage in den Gruppen mit unterschiedlichen Mundspüllösungen; Δ -Wert = Differenz 0.-7. Tag

Wirkstoff	SBI - Werte					Δ -Wert 0.-7. Tag	Statistik	
	0. Tag vor PZR	1. Tag	3. Tag	5. Tag	7. Tag		t-Wert	p
CHX	0,58	0,20	0,18	0,13	0,13	0,45	5,152	0,0005
CPC	0,90	0,50	0,53	0,38	0,53	0,27	2,136	0,0300
AmF/SnF ₂	0,98	0,51	0,57	0,51	0,44	0,54	2,885	0,0090
Listerin®	0,62	0,29	0,17	0,11	0,17	0,45	1,905	0,0450

5.4 Planimetrische Plaquebefunde

Zu Beginn der Untersuchung erschienen die Probanden mit 11 bis 29 Prozent Plaquebedeckung an der Labialfläche der seitlichen Schneidezähne. Nach der professionellen Zahnreinigung wurden 24 Stunden später nur 3 bis 5 Prozent Plaque an diesem Zahn nach Plaquerevelation dedektiert und vermessen, die aber am dritten Tag bereits auf 17 Prozent in der CPC-Gruppe angewachsen waren (Tab. 12). In den anderen Gruppen verlief die Plaqueausbreitung deutlich langsamer. In Folge dessen waren nach einer Woche unter CPC mehr als 40 Prozent der Zahnfläche mit Plaque bedeckt, während durch AmF/SnF₂ und Listerin® etwa 10 Prozent weniger Plaquebedeckung gefunden wurden und die CHX-Gruppe noch einmal um weitere fast 10 Prozent in der Plaquebedeckung reduziert war; nur 22 % Plaqueakkumulation wurden am 7. Tag festgestellt. Im statistischen Sinn war nur letzterer Unterschied für CHX bei einem Mittelwertvergleich statistisch bedeutsam (Tab. 12). Die unterschiedliche Plaquebedeckung am 7. Tag zwischen der CHX-Gruppe und der CPC-Gruppe war signifikant ($p < 0,011$), die Differenzen zwischen den anderen Gruppen waren schwächer ($p=0,15$; Tab. 12).

Tabelle 12: Planimetrische Bewertung (%) des Effektes antibakterieller Mundspüllösungen während eines siebentägigen Gebrauchs ohne mechanische Mundhygiene bei jeweils 10 Probanden

Proband	0. Tag vor PZR	0. Tag nach PZR	1. Tag	3. Tag	5. Tag	7. Tag	p
CHX							
\bar{x}	28,9	nicht erfasst	3,99	6,94	15,03	22,36	0,011
S	30,22		2,08	4,38	7,31	14,51	
VK	1,04		0,52	0,63	0,49	0,65	
CPC							
\bar{x}	11,49	nicht erfasst	3,9	17,71	27,98	41,39	0,15
S	18,9		2,57	7,8	12,67	15,4	
V	1,64		0,66	0,44	0,45	0,37	
AmF/SnF₂							
\bar{x}	16,2	nicht erfasst	3,2	11,17	20,36	31,64	0,15
S	19,29		2,33	11,8	15,05	21,53	
V	1,19		0,72	1,06	0,74	0,68	
Listerin®							
\bar{x}	18,38	nicht erfasst	4,82	13,77	21,47	28,84	0,15
s	18,68		3,75	12,29	18,61	22,08	
V	1,02		0,78	0,89	0,87	0,76	

5.5 Klinische Fotodokumentation

Neben den bereits dargestellten Indizes wurde mit der quantitativen Auswertung der klinischen Fotodokumentation (siehe Kapitel 4.4) zusätzlich eine Information über die Plaque-rekolonisation während des Spülregimes mit den unterschiedlichen Präparaten gewonnen. Einen Tag nach der professionellen Mundhygiene waren die Labialflächen in allen Gruppen schon wieder von kleinen Plaqueinseln befallen, die nach CPC- und Listerin®-Anwendung am auffälligsten ausfielen (Abb. 6-9). Während der CPC-Spülung nahm die Plaqueausdehnung an den nachfolgenden Tagen kontinuierlich weiter zu, so dass am 7. Tag fast ein Drittel der Labialfläche mit Plaque bedeckt war (Abb. 7). Bei der Listerin®-Spülung (Abb. 9) war die gleiche Tendenz etwas verzögert festzustellen. Nach der CHX-Spülung war die Plaque nur schwach am Gingivalsaum und an den Approximalflächen ausgeprägt (Abb. 6). AmF/SnF₂ hatte bis zum 5. Tag die Plaquerekolonisation wirkungsvoll inhibiert und auch am 7. Tag waren viele kleine Plaqueinseln zu erkennen, die sich aber noch nicht zu einer Gesamtfläche vereint hatten (Abb. 8).



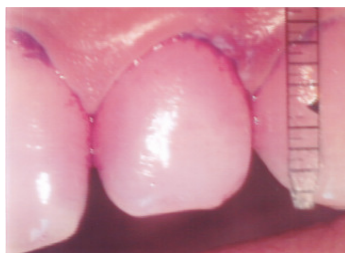
Ausgangsbefund



„0.“ Tag nach PZR



1. Tag



3. Tag



5. Tag



7. Tag

Abb. 6: Plaquerekolonisation während 7-tägiger CHX-Mundspülaktion



Ausgangsbefund



„0.“ Tag nach PZR



1. Tag



3. Tag



5. Tag



7. Tag

Abb. 7: Plaquerekolonisation während 7-tägiger CPC-Mundspülung



Ausgangsbefund



„0.“ Tag nach PZR



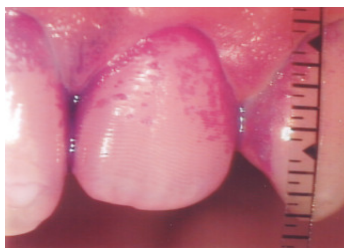
1. Tag



3. Tag



5. Tag



7. Tag

Abb. 8: Plaquerekolonisation während 7-tägiger AmF/SnF₂-Mundspülung



Bild 4.1 (Ausgangsbefund)

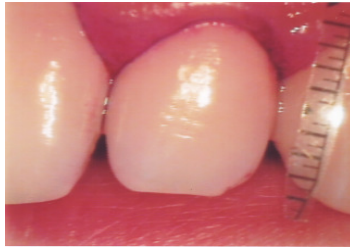


Bild 4.2 (nach PZR)



Bild 4.3 (1.Tag)

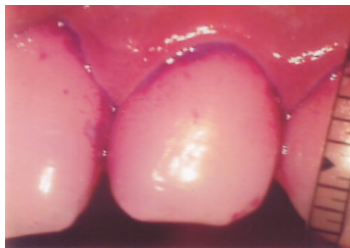


Bild 4.4 (3.Tag)



Bild 4.5 (5.Tag)



Bild 4.6 (7.Tag)

Abb. 9: Plaquerekolonisation während 7-tägiger Listerin®-Mundspülung

5.6 Intraorale Plaque-pH-Messung nach Gebrauch der Mundspüllösungen

5.6.1 Mundspülungen nach viertägiger Plaqueakkumulation (Vorgehen A)

Die Säureproduktion der Plaque nach Zuckerexposition mit 10%iger Saccharose wurde durch den tiefsten Punkt der Stephankurve und die Säuremenge mit der Fläche zwischen pH 6,0 und der Kurve charakterisiert. Ohne Einwirkung der Mundspüllösung konnten pH-Minima zwischen 4,0 und 4,6 festgestellt werden (Tab. 13, Abb. 10). Unmittelbar vor der Zuckerexposition der Plaque bewirkten die Mundspüllösungen (30 Sekunden) CHX, AmF/SnF₂ und Listerin® eine Hemmung der Säureproduktion. Bei CHX betrug die pH-Differenz der geringeren Säureproduktion 0,6 Einheiten, für AmF/SnF₂ und Listerin® waren es 0,4 Einheiten. Nach CPC-Spülung konnte demgegenüber eine intensivere zweite Säureproduktion (um 0,3 Einheiten) gemessen werden. Diese Beobachtungen drückten sich auch in den Flächeninhalten der Kurven unter pH 6,0 aus, denn die CHX-Spülung bewirkte 66 %, die AmF/SnF₂-Spüllösung 55 % und Listerin® 45 % weniger Säure, während nach CPC-Anwendung eine um 52 % größere Fläche unter der Kurve gemessen wurde.

5.6.2 Mundspülung während der viertägigen Plaqueakkumulation (Vorgehen B)

Die Auswirkung einer 4-tägigen Mundspülung mit den Präparaten wurde im Vergleich zu einer Kurve mit einer sauberen Elektrode betrachtet. Dabei wurde die Situation einer normal hygienisierten Mundhöhle mit sauberer Elektrode (jeweils dritte Kurve in Abb. 11) und der Zustand unmittelbar nach der antibakteriellen Spülung und gereinigten Elektrode (zweite Kurve in Abb. 11) zum Vergleich herangezogen.

Wenn während der Plaqueakkumulation an der Elektrode die Spüllösungen vier Tage (zweimal) verabreicht wurden, war die anschließend gemessene Säureproduktion nach der Zuckerexposition deutlich weniger intensiv als mit der zuvor dargestellten Plaque, die sich vier Tage ohne Mundspüleinfluss entwickelte hatte (Tab. 14, Abb. 11).

Nach viertägiger Chlorhexidinanwendung erreichte die pH-Kurve die kritische pH-Grenze von 5,7 und führte zu einem Minimum von 5,3 bzw. 5,5.

Nach CPC-Verwendung während der Plaqueentwicklung entstand eine abgeschwächte Stephankurve, die aber noch bis 5,2 reichte. AmF/SnF₂ hat die Plaqueentwicklung soweit gehemmt, dass der Minimal-pH nur 6,0 betrug, während die Listerin®-Spülung eine pH-Absenkung bis pH 4,8 zuließ.

Tabelle 13: Minimaler pH-Wert der Stephankurve und Fläche unter pH 6,0 nach Exposition der Plaque mit CHX, CPC, AmF/SnF₂ und Listerin®

Vorgehen A

Unter- suchungs- nummer	pH-Wert		Fläche unter pH 6,0		
	nach Saccharose- Spülung	nach Wirkstoff- Spülung	nach Saccharose- Spülung $\mu\text{molH}^+/30\text{min}$	nach Wirkstoff- Spülung $\mu\text{molH}^+/30\text{ min}$	Veränderung in %
CHX					
A 140200	4,2	4,9	660	270	-59,09
A 220200	4,4	4,8	590	217	-63,22
A 220500	4,3	5,1	653	158	-75,80
\bar{x}	4,3	4,9	634	215	-66,08
CPC					
A 160101	4,6	4,2	323	485	50,15
B 010405	4,4	4,2	750	1154	53,86
\bar{x}	4,5	4,2	536,5	819,5	52,00
AmF/SnF₂					
B 141204	4	4,6	1050	400	-61,91
B 091204	4,1	4,3	1410	726	-48,51
\bar{x}	4,05	4,45	1230	563	-55,21
Listerin®					
A 310804	4,3	4,5	966	600	-37,89
B 161204	4,5	5,1	310	100	-52,38
\bar{x}	4,4	4,8	638	350	-45,15

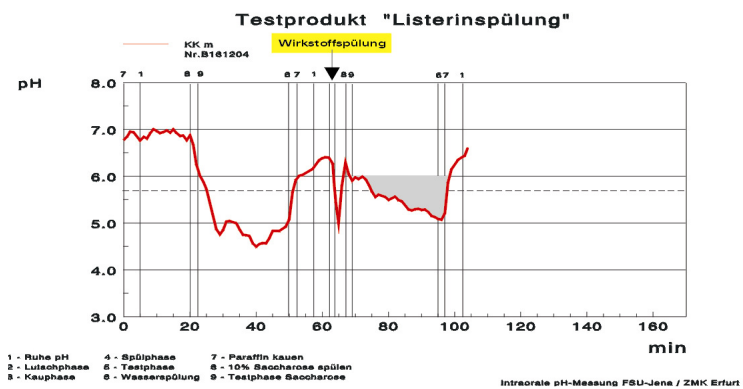
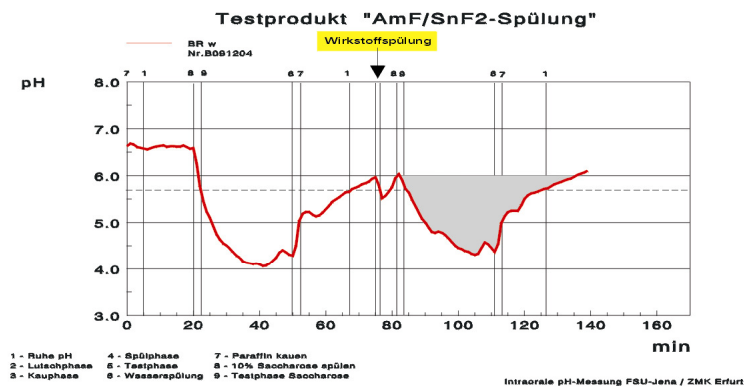
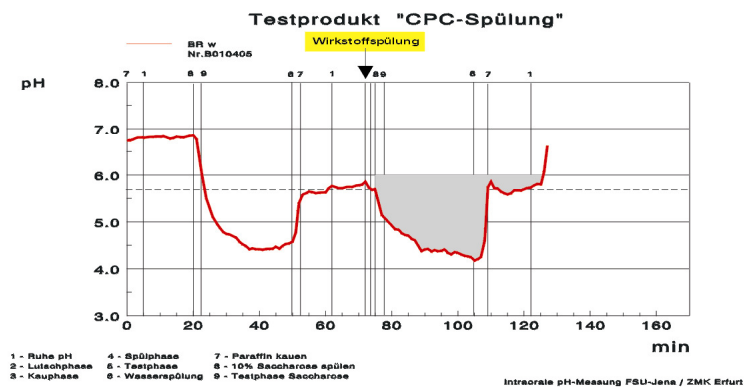
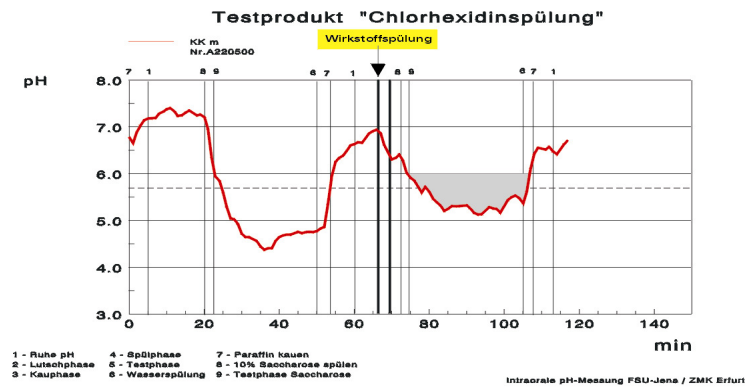


Abb. 10: Intraoral registrierte Stephankurve an vier Tage alter Plaque vor und nach Verabreichung von CHX, CPC, AmF/SnF₂ und Listerin®

Wenn nach den jeweiligen Untersuchungen die pH-Elektrode gereinigt und dann nochmals eine Zuckerausposition der gleichen Mundhöhle vorgenommen, also die Speichelflora gemessen wurde, trat etwa die zuvor registrierte Säureproduktion auf, was sowohl mit den niedrigsten pH-Werten als auch mit der Fläche unter der Kurve gezeigt werden konnte. Speziell diese Fläche zeigte, dass CHX die Säureproduktion in der Umgebung der Elektrode besonders effektiv inhibierte, während CPC eine Plaqueentwicklung zuließ und eine stärkere Säureproduktion durch die Plaque als durch die Speichelflora registriert wurde. Nach AmF/SnF₂-Anwendung produzierte die abgeschwächte Elektrodenplaque wenig Säure und erreichte nur pH 6,0. Die Kurve, die die Speichelflora auslöste, verhielt sich dazu ziemlich identisch, während die durch die Mundspülung unbeeinflusste Mundhöhlenflora im Verlauf von 30 Minuten etwas mehr Säure bildete.

Die Listerin[®]-Spülungen hatten eine Plaque entstehen lassen, die den pH bis 4,8 senkte, und auch die saubere Elektrode in der gleichen Mundhöhle zeigte nur eine geringgradig niedrigere Säureproduktion. In der „normal sauberen“ Mundhöhle ohne Exposition von Mundspülmitteln produzierten die Speichelbakterien deutlich weniger Säure.

Tabelle 14: Intraoral gemessener Plaque-pH und Fläche unter pH 6,0 nach vier Tagen Plaqueakkumulation während der Verabreichung von CHX, CPC, AmF/SnF₂ und Listerin[®] im Vergleich mit einer plaquefreien Elektrode und einer Mundhöhle ohne Exposition mit Mundspüllösung

Vorgehen B

Unter- suchungs- Nummer	niedrigster pH-Wert			Flächen unter pH 6,0 ($\mu\text{molH}^+/30 \text{ min}$)		
	nach 4-tägiger Spülung (plaque- bedeckt)	nach 4-tägiger Spülung (Plaque entfernt)	ohne Mund- spülung (plaquefrei)	nach 4-tägiger Spülung (plaque- bedeckt)	nach 4- tägiger Spülung $\mu\text{molH}^+/30\text{min}$	ohne Mundspülung (plaquefrei)
CHX						
A 050401	5,3	5,2	5,3*	49	113	81
A 300101	5,5	5,4	5,4*	27,3	47	52
\bar{x}	5,4	5,3	5,35	38,15	80	66,5
CPC						
A 160201	5,2	5,4	5,4*	74	49	66,5
AmF/SnF₂						
A 210201	6	6	5,7*	19,5	20	32,3
Listerin[®]						
A 230305	4,8	4,9	6*	241	211	12

* Mittelwert aus verschiedenen Stephankurven

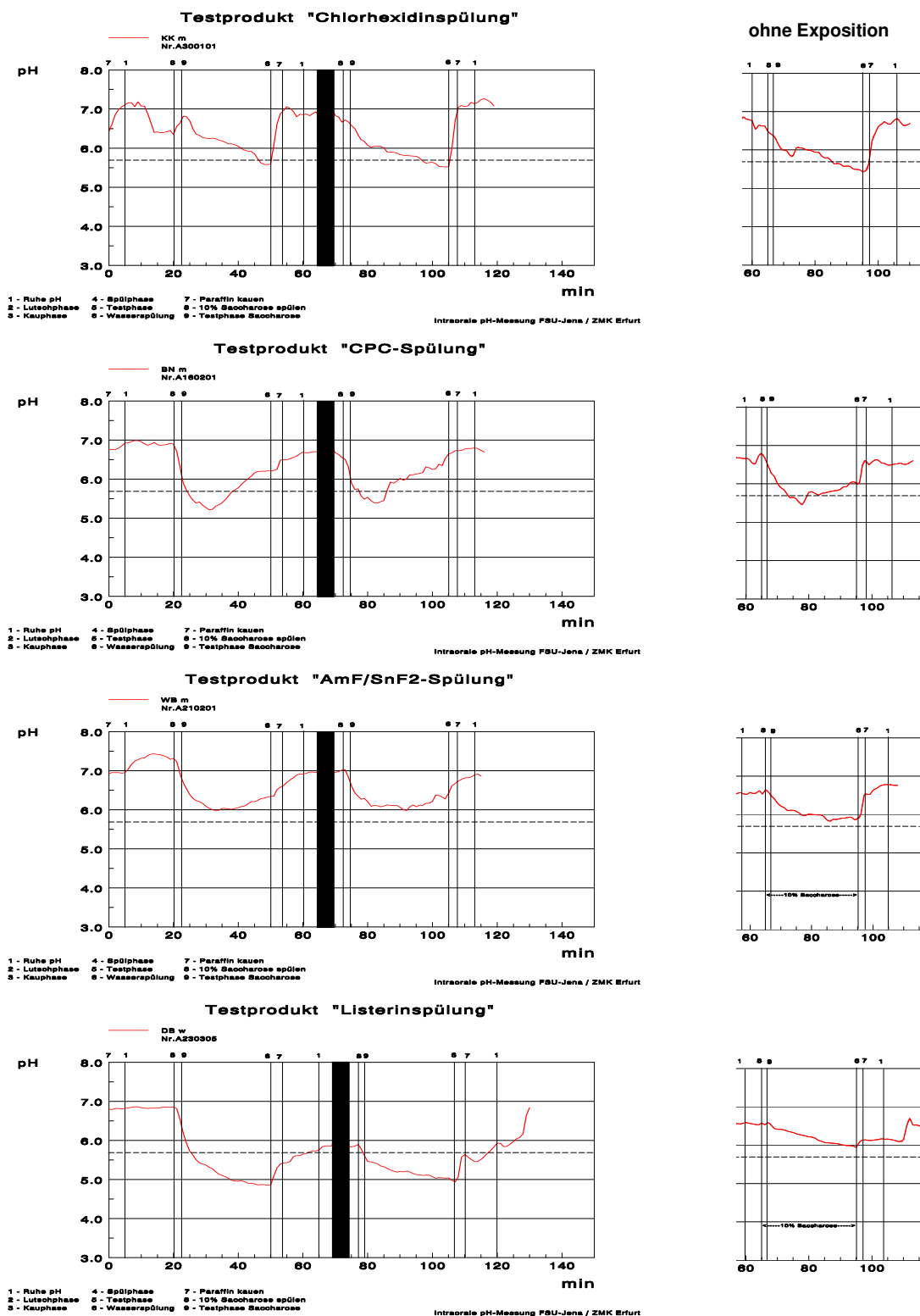


Abb. 11: Intraoral gemessener Plaque-pH nach vier Tagen Plaqueakkumulation

- während der Verabreichung von CHX, CPC, AmF/SnF₂ und Listerin® (linke Kurve)
- im Vergleich mit einer plaquefreien Elektrode (mittlere Kurve)
- und einer Mundhöhle ohne Exposition mit Mundspüllösung (rechte Kurve)

6 Diskussion

Nach Angaben der vierten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) (Micheelis und Schiffner 2006) hat sich in fast allen erhobenen Parametern die orale Gesundheit der Bevölkerung - mit Ausnahme parodontaler Erkrankungen - verbessert (Tab. 15). Bei den von Hoffmann (2006) vorgestellten Daten parodontaler Erkrankungen wird von einer Persistenz dieser oralen Erkrankungsformen im Vergleich zur DMS III (Micheelis und Reich 1999) gesprochen, wobei die schweren Formen sogar einen gewissen Zuwachs aufweisen. Folglich wird hier auch weiterer Forschungsbedarf zu den klinischen und sozialmedizinischen Ursachen abgeleitet, obwohl in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen ist, dass durch den vermehrten Zahnerhalt naturgemäß auch mehr Zähne einem parodontologischen "Erkrankungsrisiko" ausgesetzt sind (Henderson 1999).

Tabelle 15: Vergleich der Entwicklung von DMF/T und PBI zwischen 1997 (DMS III) und 2005 (DMS IV)

	DMF/T		PBI	
	DMS III	DMS IV	DMS III	DMS IV
12-Jährige	1,7	0,7	0,9	2
15-Jährige	n b	1,8	n b	1,9
35- bis 44-Jährige	16,1	14,5	0,9	2,1
65- bis 74-Jährige	23,6	22,1	1,3	2,3

n b - nicht bestimmt

Sowohl Karies als auch parodontale Erkrankungen werden durch die anhaftende Plaque verursacht, so dass präventive Strategien immer eine Reduktion dieser biologisch aktiven Struktur beinhalten. Der Biofilm "dentale Plaque" wird alltäglich in erster Linie durch die Zahnbürste und andere mechanische Hilfsmittel entfernt, die manuell oder elektrisch angetrieben und deren Formen permanent weiterentwickelt werden. Trotz aller Bemühungen, durch mechanische Mundhygiene die gesamte Plaque an der Zahnoberfläche zu entfernen, verbleiben an bestimmten Prädilektionsstellen Plaquereste, deren pathogenes Potential durch antibakterielle Mundspüllösungen herabgesetzt werden soll (Schiffner 2000).

Substanzen mit plaque- und gingivitisinhibierenden Eigenschaften zählen weltweit zu den am besten untersuchten dentalen Wirkstoffen. So sind nach Hickel (1997) allein aus den

Jahren 1993-1997 über 500 Publikationen bekannt, die sich mit der Wirksamkeit von CHX beschäftigen. Von Letzterem ist bekannt, dass Spülungen mit einer 0,2%igen CHX-Lösung ausreichen, um eine Plaqueakkumulation und Gingivitis vollständig zu vermeiden (Löe und Schiött 1970, Ebell und Stößer 1981, Hase et al. 1998). Die parallel vielfach beschriebenen Nebenwirkungen dieser Spüllösung verhinderten jedoch ihre breite präventive Nutzung (Heasman und Seymour 1994, Gagari und Kabani 1995).

Anliegen der vorliegenden Studie war es, die Inhibierung der Plaqueentwicklung durch vier Mundspüllösungen (CHX, Meridol®, CPC, Listerin®) mit klinischen Indizes (QHI, SBI) und fotoplanimetrisch unter den Bedingungen einer niedergelassenen zahnärztlichen Praxis zu bewerten. Weiterhin sollte dazu parallel mit Hilfe der intraoralen telemetrischen Plaque-pH-Messung (Imfeld 1983, Stößer et al. 1990) die Stärke der Plaquehemmung durch diese Präparate an der Ausprägung bzw. Inhibierung der Stephankurve beurteilt und diese Befunde mit den klinischen Plaquedaten korreliert werden.

Die ausgewählten Probanden zur klinischen Studie (n=10/Gruppe) wiesen ein Alter von 18 bis 25 Jahre auf, waren saniert, hatten wenig Füllungen an den Ramfjordzähnen, standen unter keiner Antibiotikamedikation vor und während der Studie und hatten einen DMFT von 4,1 bis 5,2 (Tab. 7). Der orale Gesundheitszustand dieser Probanden befand sich in guter Übereinstimmung zur deutschen Gesamtpopulation, in der die 15-Jährigen einen DMF/T von 1,8 und die 35- bis 44-Jährigen von 14,5 aufwiesen (Micheelis und Schiffner 2006). Die gute Compliance der beteiligten Probanden lässt auf deren „dentales Bewusstsein“ und daraus resultierend möglicherweise überdurchschnittliche orale Gesundheit schließen. Bei Berndt et al. (2007) wiesen 18-jährige Schülerinnen einen DMF/T von 4,16 und Schüler mit 3,79 ähnliche Befunde hinsichtlich des Kariesbefalls auf. Wanek et al. (1998) registrierten bei 642 Wehrpflichtigen (18-24 Jahre) im Mittel einen DMF/T von 5,7. Der DMF/T und Sanierungsgrad waren stark von der individuellen Schulbildung und dem sozialen Status der Herkunftsfamilie abhängig. Die mit ähnlicher Zielstellung einer Plaqueinhibierungsstudie rekrutierten Probanden bei von Wedelstädt (2001) hatten ein vergleichbares Durchschnittsalter von 20,7 Jahren und einen DMF/S von 17,4. Weitere DMF/S-Werte für diese Altersgruppe sind bei 64 Probanden (Zahnarzhelferinnen, Gymnasiasten, Zahnmedizinstudenten) mit einem Mittelwert 19,2 (Müller 1999) und bei 18-Jährigen mit einem Mittelwert von 14,4 (Schmidt 1999) beschrieben.

Als weitere klinische Parameter zur Charakterisierung des Ausgangszustandes der Probanden wurden der Plaque-Index nach Quigley und Hein (QHI) und der Sulkus-Blutungs-

Index (SBI) erhoben. Tabelle 7 zeigt für die Listerin[®]-Probanden den niedrigsten QHI von 1,8 und für die CHX-Gruppe den höchsten Wert mit 2,02. Es konnten keine signifikanten Unterschiede im Ausgangsbefund der Mundhygiene bzw. des Entzündungszustandes der Gingiva zwischen den Gruppen festgestellt werden. Alle Probanden gehörten in dieser Hinsicht zu einer Grundgesamtheit. Der SBI streute zwischen 0,58 und 0,98 und wies auf eine moderate Gingivitis hin. Die klinischen Ergebnisse spiegeln sich auch in den Resultaten der Plaque-Planimetrie wider. So sind die Plaquebedeckungen der vestibulären Zahnfläche des Zahnes 12, die zwischen 11 und 28 Prozent schwanken, mit den Resultaten des QHI vergleichbar und durch die Fotos der Ausgangsbefunde in den Abbildungen 6-9 dokumentiert. Die in dieser Studie erhobenen Resultate werden auch durch die Ergebnisse der Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS IV) bestätigt. Mit dem Plaqueindex (PI) nach Silness und Loe (1964) wurde in der Altersgruppe der 35- bis 44-Jährigen ein PI-Grad von 1 bzw. 2 bei je einem Drittel (35,6 % und 38,9 %) der Population ermittelt. Ausgeprägten Plaquebefall (Grad 3) zeigten 23,6 % der Probanden. Der PI der 15-Jährigen betrug nach dieser Erhebung an 16 Messpunkten 1,8 (Hoffmann 2006).

Zimmer et al. (2005) beurteilten die Wirksamkeit verschiedener Zahnbürsten (Hand-, Elektro- und Ultraschall-Zahnbürste) und bestimmten einen Ausgangs-QHI bei 120 Probanden mit 2,23. Hornecker et al. (2003) untersuchten die QHI-Verteilung von 28 Alkoholikern und 30 Kontrollprobanden. Für die Kontrollgruppe konnten Werte von 1,8 gemessen werden, die Alkoholiker wurden mit 2,3 bewertet. In den Median-Werten (Minimum/Maximum) unterschieden sich beide Gruppen nicht voneinander (QHI=2).

Da die Plaquebesiedlung der Zähne bzw. der inhibierende Einfluss der antibakteriellen Mundspüllösung neben klinischen Indizes auch fotoplanimetrisch bestimmt wurde, sollte vorher methodisch der Einfluss unterschiedlicher Zahngrößen auf die Qualität der Ergebnisse bestimmt werden. Die Reproduzierbarkeit der Zahnflächenmessung bei verschiedenen Zahngrößen wurde in der vorliegenden Untersuchung am kleinsten (30,23 mm²), einem mittleren (46,2 mm²) und am größten (60,35 mm²) seitlichen Incisivus durch fünfmalige Bestimmung überprüft. Das Messergebnis an diesen Flächen wies einen Variationskoeffizienten von 1 bis 2 % auf, so dass individuelle Merkmale der differenten Zahngröße auf die planimetrischen Befunde ohne Auswirkungen bleiben sollten.

Die **Mundspüllösungen** wurden so ausgewählt, dass der zu untersuchende Wirkstoff in der handelsüblichen Darreichungsform in einer ausreichend hohen Konzentration zur Verfügung stand. Dies waren Corsodyl[®] mit dem Wirkstoff CHX (0,2 %), Glister[®] mit CPC

(0,04 %), Meridol® mit AmF/SnF₂ (jeweils 125 ppmF) und Listerin® mit ätherischen Ölen (u .a. Thymol 0,064 %). Das Chlohexidin gilt als "Goldstandard" beim Nachweis der Wirksamkeit von Mundspüllösungen hinsichtlich ihrer plaque- und gingivitisinhibierenden Eigenschaften (Löe und Schiött 1970, Grossman et al. 1986, Lang et al. 1973). Durch die dominant positive Ladung des Moleküls verhindert es die Ankopplung von Bakterien an die Zahnoberfläche bzw. an die Pellikel. CPC hat eine ähnliche polare Wirkungsweise, aber mit der umgekehrten, vorherrschend negativ elektrischen Ladung des Moleküls. Auf Grund geringerer Nebenwirkungen steht es für den täglichen Gebrauch zur Verfügung, hat allerdings eine niedrigere Substantivität. AmF/SnF₂ greift direkt in den Stoffwechsel der Bakterienzelle ein, indem es Zuckertransportsysteme in der Bakterienmembran hemmt, und entfaltet damit neben oberflächenaktiven Eigenschaften seine antibakterielle Aktivität. Der Wirkmechanismus von Listerin® beruht auf der Veränderung der bakteriellen Zellmembran. Seine Substantivität ist im Vergleich zu CHX und AmF/SnF₂ gering.

Die **Probanden der CHX-Anwendung** traten mit einem QHI von 2 in die Untersuchung ein, erhielten eine professionelle Mundhygiene zur Entfernung der Beläge, wiesen aber bereits nach 24 Stunden wieder einen Wert von 1,2 auf, obwohl sie nach der PZR plaquefrei waren (Abb. 6). Der Plaqueindex steigerte sich im Verlauf von 7 Tagen auf 2,8. Der Blutungsindex zeigte aber eine andere Grundtendenz; vor Beginn der Studie wurde bei den Probanden ein Blutungsindex von 0,58 registriert, 24 Stunden nach CHX-Einsatz fiel der Wert auf 0,24 und am 7. Tage hatte er sich weiter auf 0,13 reduziert. Die plaque-inhibierende Wirkung des CHX ist in vielen Arbeiten beschrieben. Schulz und Schulz (1989) gelang es, mit einer 0,2%igen Chlorhexidin-Mundspüllösung eine über 5 Tage manifestierte Plaque durch zweimaliges Spülen pro Tag im Laufe von 3 Wochen um 80 Prozent zu reduzieren. Dieser Effekt ist in der vorliegenden Studie nicht eingetreten, denn trotz professioneller Mundhygiene war nach einem Tag wieder ein Plaquesaum zu verzeichnen (QHI=1), der dann allerdings im Verlauf von sieben Tagen nur eine sehr schwache Tendenz zum Wachstum erkennen ließ. In der Abbildung 6 kommt dies deutlich zum Ausdruck. Aus einer kleinen Plaqueinsel im distovestibulären Bereich kommt es lediglich zu einer Plaqueausbreitung entlang des Gingivasaumes. Dass der Blutungsindex während der gesamten Untersuchungszeit kontinuierlich zurückging, war durch die professionelle Mundhygiene verursacht und wurde durch die CHX-Verabreichung unterstützt. Dies steht in Übereinstimmung mit den Befunden von von Wedelstädt (2001), die eine Blutungsreduktion von etwa 20 Prozent zwischen 0. und 6. Tag der CHX-Anwendung beschreibt. In der genannten Studie war ebenfalls eine Zunahme der Plaque während der Mundspülung bis zu einem Plaqueindex von 1,0 zu verzeichnen. Eine gewisse Zunahme

der akkumulierten Plaquemenge auf der Zahnoberfläche ist auch von Sekino et al. (2003) bei unterschiedlichen Mundhygieneregimen beschrieben. Der Plaqueindex entwickelte sich im Laufe von sieben Tagen bis zu einem Wert von 1,2, wenn parallel eine Mundhygiene einschließlich des Zungenrückens erfolgte. Wenn CHX die einzige Mundhygienemaßnahme darstellte, wurde von den Autoren ein doppelter PI von 2,1 registriert. Der Einfluss begleitender Mundhygienemaßnahmen auf das klinische Resultat der Plaqueakkumulation ist von hoher Bedeutung.

Durch professionelle Mundhygiene war in der **CPC-Gruppe** die Gingivitis bzw. der Blutungsindex innerhalb von 24 Stunden von 0,9 auf 0,5 abgesunken. Während der weiteren ausschließlichen Verabreichung der 0,04%igen CPC-Mundspüllösung zeigte dieser Wert eine leichte Tendenz zur Zunahme (0,53 am 7. Tag). Jenkins et al. (1994) maßen bei der Verabreichung von CPC am ersten und am fünften Tag einen modifizierten QHI. Die Probanden dieser Untersuchung wurden - wie in der vorliegenden Studie - nach der ersten Untersuchung einer PZR unterzogen und stellten danach jede weitere Mundhygiene ein, spülten aber zweimal pro Tag eine Minute mit CPC. Bei einer 0,1%igen CPC-Spüllösung gelang es den Autoren, niedrigere Plaquewerte (1,96) zu messen als bei einer 0,05%igen CHX- (2,11) oder einer 0,05%igen CPC-Lösung (2,13). Herrera et al. (2005) ließen nach professioneller Zahnreinigung vier Tage mit 0,05 % CPC spülen. Der Gingivaindex nach PZR und kontrolliertem Wash-out betrug 0,17 als Ausgangsbefund. Unter alleiniger CPC-Verabreichung über vier Tage wurde die gingivale Entzündung mit einem Wert von 0,45 registriert. Dieser Zuwachs entsprach in etwa der akkumulierten Plaque in der vorgelegten Studie, die nach 7 Tagen auf 0,53 gesunken war. Im Gegensatz zur eigenen Studie, in der der SBI um 0,5 streute (Tab. 11), kam es bei Herrera et al. (2005) trotz der höheren Wirkstoffkonzentration fast zu einer Verdreifachung des Entzündungszustandes (Gingivaindex (GI)). Die CPC-Lösung war aber in der vorliegenden Studie das Produkt, bei dem nach professioneller Mundhygiene die höchste Plaqueakkumulation innerhalb von sieben Tagen eingetreten war (QHI=3,82). Schon nach einem Tag war der Plaquewert fast doppelt so hoch (1,31) wie bei den Meridol®-Probanden (0,75, Tab. 10). Irmisch und Tschöpe-Vogl (1996) beschrieben demgegenüber eine gute plaqueinhibierende Wirkung einer 0,05%igen CPC-Mundspüllösung bei Epileptikern in Verbindung mit mechanischer Zahnreinigung. Über 4 Wochen konnte der QHI ohne PZR von 2,6 auf 1,0 gesenkt werden. Die Blutungsneigung (PBI) wurde um bis zu 10 Prozent herabgesetzt.

Nach einer PZR ließen van Strydonck et al. (2005) ihre Probanden 72 Stunden ohne jegliche Mundhygiene Plaque akkumulieren. Bei zweimaliger Spülung über 30 Sekunden mit

einer Kombination aus CHX (0,12 %) und CPC (0,05 %) oder 60 Sekunden Spülung mit 0,2 % CHX, war CHX allein signifikant überlegen und bestätigte damit die vorliegenden Ergebnisse. Nach Anwendung des Mischpräparates wurde ein QHI von 0,97 gemessen; das Vergleichspräparat (CHX) war wirkungsvoller (QHI=0,78).

Die Wirksamkeit von CPC wird durch eine Reihe anderer Autoren bestätigt, von denen die Arbeiten mit 0,05%igem CPC erwähnt werden sollen: Renton-Harper et al. (1996), Kozak et al. (2005), Herrera et al. (2005), Allen et al. (1998). Während Willershausen et al. (1990) durch Spülungen mit CPC-haltigen Mundspüllösungen eine ausgeprägt starke Plaquereduktion beschreiben, konnten Bonesvoll und Gjermo (1978) erst bei viermaligem Gebrauch pro Tag eine dem CHX äquivalente Wirkung verzeichnen.

Die Meridol®-Mundspüllösung (AmF/SnF₂) führte in der vorliegenden Untersuchung 24 Stunden nach der PZR zum geringsten Plaquezuwachs und erreichte erst nach 7 Tagen einen Wert von 3,3 (Tab. 10). Der Sulkus-Blutungs-Index fiel durch die professionelle Zahnreinigung ab, war aber nach 7 Tagen ausschließlicher Mundhygiene mit AmF/SnF₂ auf 0,44 angestiegen (Tab. 11). Der Vergleich der registrierten Daten nach einer Woche mit Langzeitstudien (Mengel et al. 1995, Zimmermann et al. 1993, Bruhn et al. 2002) bestätigt die Wirksamkeit des F-Präparates, die sich allerdings über die unterschiedlichen Zeiträume different ausprägte. So konnte in der Studie von Schulz und Schulz (1989) bei dreiwöchiger Anwendung eine Plaquereduktion um mehr als 50 Prozent erreicht werden, während im hier vorliegenden Kurzzeitvergleich die verzögerte, aber stattfindende Rekolonisation sichtbar wurde. Die Ergebnisse befinden sich in Übereinstimmung mit Befunden von von Wedelstädt (2001), die fast eine Verdopplung des Plaqueindex im Verlauf von 6 Tagen feststellte, während der Sulkus-Blutungs-Index in der genannten Studie „nur“ eine Verschlechterung von 20 Prozent zeigte. Wenn in Langzeitstudien eine Verbesserung der Indizes beschrieben wird (Mengel et al. 1995), ist das auch damit begründet, dass die Mundspüllösungen nicht die alleinige Mundhygienemaßnahme darstellen, sondern die regelmäßige mechanische Mundhygiene der Probanden durch die Spülungen unterstützt wird. Aus diesem Grund sinkt bei Mengel et al. (1995) der Plaqueindex im Laufe von 9 Monaten von 1,09 auf 0,56. Für den Gingivabefund der genannten Studie sind die Ergebnisse weniger deutlich ausgeprägt. Die Gruppe startete mit einem GI von 0,82, der zum Ende 0,68 betrug.

Die Listerin®-Mundspüllösung entfaltete neben CHX einen starken plaqueinhibierenden Effekt (Tab. 10), der sich signifikant von der CPC-Gruppe abgrenzen ließ. Der Listerin®-

Einsatz führte in der vorliegenden Arbeit zu einer geringeren Plaquekolonisation als nach der CPC- und AmF/SnF₂-Anwendung und reduzierte den Entzündungsstatus am 7. Tag auf GI=0,17, der damit fast den Status der CHX-Gruppe erreichte (Tab. 11). Sekino und Ramberg (2005) bestätigen beim Vergleich von CHX- und Listerin®-Spülung diese Abstufung hinsichtlich der Wirkung beider Präparate. Listerin® wirkt aufgrund seiner essentiellen Öle. Dieser Einfluss war in der Studie von Fine et al. (2005) schon nach 12 Stunden nachweisbar und verstärkte sich im Laufe von 14 Tagen. Eine ähnliche Studie wie die vorliegende stellten Maruniak et al. (1992) vor, allerdings war die Spüldauer auf 14 Tage ausgedehnt. Anlässlich der Eingangsuntersuchung wurden bei 71 Probanden der Papillenblutungsindex und der Plaqueindex registriert. Danach wurden die Teilnehmer einer PZR unterzogen, um anschließend zweimal täglich zu spülen und auf jede weitere Mundhygiene zu verzichten. Der PI hatte nach 14-tägiger Spüldauer wieder einen Wert von 2,87 erreicht. Der PBI stimmte mit diesem Plaquebefund weitgehend überein und war nur 0,2 Einheiten niedriger als der Ausgangswert (2,71 bzw. 2,51).

Mankodi et al. (1987) nahmen die Ausgangsbefunde von 103 Probanden nach zweimaliger PZR im Abstand von 14 Tagen auf und führten zwei oder vier Spülaktionen pro Tag über zwei Wochen mit Listerin® durch. Die Plaquereduktion durch Listerin®-Spülungen betrug 39 bzw. 48 Prozent ($p=0,001$) entsprechend der Häufigkeit der Spülungen. Die Gingivitisreduktion war ebenfalls deutlich abgestuft ausgefallen (56 bzw. 60 %).

Brex et al. (1990) verglichen die Mundspüllösungen Listerin® und Meridol®. Als Positivkontrolle diente CHX und als Negativkontrolle eine Placebospülung. Nach einer PZR schloss sich eine 14-tägige häusliche Mundhygiene an, der eine 21-tägige Spülphase folgte. Dabei unterschieden sich nach sieben Tagen die Listerin®- und Meridol®-Wirkung in der Versuchsreihe hinsichtlich ihres Einflusses auf die Plaque – wie in der vorliegenden Studie – kaum voneinander. Nach eingestellter Mundhygiene stiegen die Plaquewerte am 7. Tag auf 1,3. Bei zusätzlicher Konditionierung der Zahnoberfläche durch Politur wurde eine noch geringere Plaqueansammlung bis zum 21. Tag mit einem PI von 0,4 beobachtet (Brex et al. 1992). Der Entzündungsgrad der Gingiva war, im Gegensatz zur vorgelegten Studie, am 21. Tag auf 0,8 bzw. 0,7 nach der Politur angestiegen.

Für Ross et al. (1993) stellte sich die Frage, inwieweit die Spüldauer (30 oder 60 Sekunden) Einfluss auf die Plaque- und Gingivitisinhibierung hat. Nach 30-sekündiger Spülung mit Listerin® wurde eine Reduktion im PI von 19 bis 20 Prozent registriert, die mit einer Gingivitisreduktion von 16 bis 17 Prozent einherging. Die Verdopplung der Spüldauer be-

wirkte eine Plaquereduktion von 29 bis 30 Prozent, während die Gingivitis um bis zu 20 Prozent reduziert wurde. Der gleichzeitig registrierte Einfluss einer vorherigen PZR erzielte in dieser Studie keinen zusätzlichen Effekt.

Santos et al. (2006) berichten in ihrer Studie nach sechs Monaten über die scheinbare Überlegenheit der Listerin®-Mundspüllösung gegenüber AmF/SnF₂; sie ließen aber die Probanden nur einmal mit Meridol® spülen, während Listerin® zweimal täglich angewandt wurde, was letztendlich zu unterschiedlicher Plaquebeeinflussung führte.

Um Einflüsse auf die Plaqueakkumulation mit einer höheren Sensibilität zu erfassen, wurde von einigen Autoren (Block et al. 1996, Hahne et al. 2000) ein **planimetrisches Verfahren** gewählt, mit dem die Ausdehnung des Belages auf der Zahnoberfläche in Flächeneinheiten (mm²) oder relativ zur Gesamtfläche des Zahnes (%) angegeben wird. Bei der eigenen Anwendung der Planimetrie in der vorliegenden Arbeit fiel auf, dass die Aufnahme der Indizes, die in der Regel die zu bewertende Zahnfläche in 3-6 Einheiten untergliedert, eine ähnliche Genauigkeit erreichte.

Nach 7-tägiger Plaqueakkumulation unter Einfluss der Mundspüllösungen wurden folgende Wertepaare ermittelt (Tab. 16).

Tab. 16: Gegenüberstellung der QHI und planimetrisch ermittelten Plaquewert nach 7-tägiger Verabreichung der Mundspüllösungen

Präparat	QHI	Planimetrie (mm ²)
CHX	2,82	22,36
Listerin®	2,98	28,84
AmF/SnF ₂	3,28	31,64
CPC	3,82	41,39

Die CHX-Anwendung erlaubte eine Plaqueausdehnung bis zu einem Drittel des Zahnes (QHI=2,82) und wurde durch die Planimetrie mit einem Wert von 22,4 Prozent bestätigt. Der CPC-Einsatz hatte demgegenüber einen geringeren inhibierenden Einfluss und ließ eine Plaqueakkumulation von fast zwei Drittel der Zahnoberfläche zu, was einer planimetrisch ermittelten Bedeckung des Zahnes von mehr als 40 Prozent entsprach. Für AmF/SnF₂ und Listerin® lagen die klinisch registrierten Parameter bei etwa einem Drittel Plaque (Tab. 16), was mit 32 bzw. 29 Prozent Bedeckung der Zahnfläche ausgemessen wurde.

Eine Präzisionssteigerung der Plaqueerfassung durch Planimetrie scheiterte an der schwierigen Unterscheidung zwischen schwach gefärbten Plaqueinseln und einer vermeintlich angefärbten Pellikel, wie es auch die Abbildungen 6 bis 9 widerspiegeln, so dass erst die manifeste Plaqueakkumulation sicher in die Registrierung einging, wie dies ebenfalls bei der klinischen Einschätzung erfolgte. Diese eigenen Befunde stehen in Übereinstimmung mit Ergebnissen von Plischke (2001), Moran et al. (1994) und Jenkins et al. (1994).

Der Versuch, mit der **intraoralen telemetrischen Plaque-pH-Messung die Säureproduktion** des Zahnbelages und damit dessen Aktivität bzw. Aktivitätseinschränkung durch antibakterielle Mundspüllösungen einzuschätzen, führte generell zu etwa den gleichen Befunden wie sie klinisch nach 7 Tagen Anwendung durch die Probanden mit abgestufter Plaqueentwicklung zum Ausdruck kamen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die intraoralen pH-Aufzeichnungen ziemlich personal- und arbeitsaufwendig sind und deshalb nur orientierende Befunde mit 1 bis 3 Mundspülzyklen pro Präparat an den Probanden, die für die telemetrischen pH-Messungen in der vorliegenden Untersuchung zur Verfügung standen, erzielt werden konnten. Wenn auch nach einem Messzyklus, wie er von Imfeld (1983) mit 2-3 Stunden beschrieben ist, ein Ergebnis über die Plaquebeeinflussung sofort gegeben werden kann, sind dafür umfangreiche Vorbereitungen (nicht nur der Probanden) erforderlich. Weiterhin ergab sich die Notwendigkeit zu zwei differenten Vorgehensweisen bei der Verabreichung der antibakteriellen Präparate, die zu unterschiedlichen Ableitungen über die Wirkungswiese notwendig waren (Verfahren A und B).

Wenn die Plaqueentwicklung nach Eingliederung der Messprothese unbeeinflusst ablief und die antibakteriellen Lösungen nur unmittelbar vor der Zuckerexposition verabreicht wurden, konnte die Stärke der Stoffwechsellinhibierung registriert werden (Verfahren A), demgegenüber konnte bei Verabreichung der Mundspüllösungen während der 4-tägigen Plaqueausbildung auf der Elektrode der Einfluss auf die Organisation, d. h. die Akkumulation der Plaque ermittelt werden (Verfahren B).

Obwohl nach einmaliger CHX-Spülung (Verfahren A) immer noch eine Säureproduktion verzeichnet wurde und diese sogar unter pH 5,0 reichte, war doch die Säuremenge um 66 % reduziert. Die Stoffwechselhemmung durch AmF/SnF₂ oder Listerin® fiel etwas schwächer aus, war aber ebenfalls deutlich ausgeprägt. Die Säuremenge nach ihrer Einwirkung war etwa halb so groß wie ohne antibakterielle Mundspüllösung. Dieses letztere Ergebnis wird durch Experimente nach Meridol®-Exposition mit der Plaque-pH-Messung

und der Beetrode durch Klimek et al. (1999) recht gut bestätigt. Beim Vergleich der Wirkung einer neutralen NaF-Lösung mit einer AmF/SnF₂-Mundspüllösung hinsichtlich der Plaquebeeinflussung wurde durch die genannten Autoren nur mit dem sauren Kombinationspräparat ein messbarer Hemmeffekt auf die Säureproduktion registriert, der etwa einer Reduktion der Plaqueaktivität um 50 % entsprach. Parallele Untersuchungen mit anderen Mundhygienemitteln wie Zahnpasten bewirkten nur sehr kurzfristige Veränderungen des Speichel- und Plaque-pH (Raßner und Klimek 1995). Über deutlich reduzierte Säureproduktion der Plaque bis zu sechs Stunden nach Einwirkung der Meridol®-Mundspüllösung berichteten Gerardu et al. (2006).

Nach der CPC-Spülung fiel die Säureproduktion der Plaque unerwartet intensiv im Vergleich mit der zuvor durchgeführten ersten Saccharoseexposition ohne antibakterielle Mundspülung aus. Dies ist aber in gewisser Übereinstimmung mit dem klinischen Resultat der mangelnden Plaquehemmung in der vorgelegten Arbeit, nach dem das CPC eine geringe oder keine Hemmung der Plaquebesiedlung bewirkte (Tab 10, 11). Die nachgewiesene Plaque (Abb. 7) wird durch CPC in ihrem Stoffwechsel nicht oder nur sehr schwach inhibiert. Die größere Säuremenge durch die zweite Saccharoseexposition innerhalb eines pH-Messzykluses entsprach den Erfahrungen bei pH-telemetrischen Aufzeichnungen. Werden zwei Saccharosekurven nacheinander aufgezeichnet, fällt die zweite Messung regelmäßig intensiver aus. Verursacht ist dies durch einen „Memory-Effekt“ der Plaque (Stößer 2006), der möglicherweise durch eine größere Enzymkapazität für den Saccharoseabbau oder durch parallelen Abbau von zuvor gespeicherten Polysacchariden bedingt ist.

Diese Beobachtung lässt das obige Resultat einer Inhibierung der zweiten Saccharosekurve durch CHX, AmF/SnF₂ und Listerin® in einem anderen Licht erscheinen, denn sie könnte stärker sein, als dies beim Vergleich mit der ersten Saccharosekurve bewertet wurde.

Die intraoralen (telemetrischen) pH-Messungen erlaubten eine Aussage über die Aktivitätseinschränkungen der dentalen Plaque, d. h. eine Aussage über die Stärke der antibakteriellen Eigenschaften der Mundspüllösungen (Stösser et al. 2006). CPC wirkte deutlich schwächer als alle anderen Präparate, für die sich hinsichtlich der Stoffwechsellinhibierung die Reihung CHX > AmF/SnF₂ = Listerin® >> CPC ergab und sich damit in hoher Übereinstimmung zu den beschriebenen klinischen Resultaten der Plaqueakkumulationshemmung befand.

Bei diesem zuvor erwähnten Vorgehen konnte keine Aussage über die Beeinflussung der Anheftung oder Akkumulation der Plaque an oralen Oberflächen getroffen werden. Dieser Effekt wurde aber durch die 4-tägige Nutzung der antibakteriellen Präparate während der Plaquebildung auf der Elektrode und nachfolgender intraoraler pH-Messung erfasst (Verfahren B). Wenn auch für dieses Vorgehen jeweils nur eine Messung (außer mit CHX) verfügbar war, ließ sich der Einfluss auf die Plaquebildung unter diesem antibakteriellen Regime gut erkennen, denn die Telemetrieelektrode war nach 4-tägiger Mundspülung sehr unterschiedlich stark bewachsen.

Nach der Spülprozedur mit CHX oder AmF/SnF_2 waren die drei unterschiedlichen pH-Aufzeichnungen der Stephankurve mit „belegter“ (1.) und gereinigter Elektrode (2.) sowie mit „sauberer“ Mundhöhle (3.) fast identisch (Abb.11, Tab 14). Demnach führte die Reinigung der Elektrode zu keiner Abschwächung der Stephankurve. Ursache der a-priori schwächeren pH-Kurve war der Tatbestand, dass nur noch die Speichelflora für die Säureproduktion verantwortlich war. Plaque hatte sich auf der Elektrode während der antibakteriellen Spülungen nicht ausgebildet. Nach der AmF/SnF_2 -Spülung konnte weiterhin mit gereinigter Elektrode im Gegensatz zum CHX nur eine sehr geringe Säureproduktion der Speichelflora, die nicht einmal bis pH 6,0 führte (Abb. 11), registriert werden, so dass wahrscheinlich in dem konkreten Fall die orale Keimflora stärker reduziert war. Ohne antibakterielle Beeinflussung (3. Kurve) mit normal hygienisierter Mundhöhle und gereinigter Elektrode konnte gezeigt werden, dass sowohl der CHX- als auch der AmF/SnF_2 -Proband nach Saccharoseexposition mit ihrer Speichelflora pH-Werte nur noch unter 6,0 erzeugten, was eine Keimreduktion durch die beiden Präparate in der Mundhöhle wahrscheinlich erscheinen lässt (jeweils 2. Kurve).

Trotz CPC-Spülungen (Abb. 11, Tab. 14) war auf der Elektrode eine Plaqueschicht entstanden, denn die Saccharosespülung bewirkte an dieser ungereinigten Elektrode eine deutliche Stephankurve, die pH 5,2 erreichte. Nach Elektrodenreinigung (2. Kurve) war die Säureproduktion geringer, aber stärker als in der „sauberen“ Mundhöhle (3. Vergleichskurve). Letzteres könnte als Hinweis gewertet werden, dass die ausschliessliche Mundhygiene mit CPC ohne Zähneputzen (1. und 2. Kurve) nicht zur Aufrechterhaltung des Zustandes einer gepflegten Mundhöhle ausreichte.

Die starke Stephankurve an der plaquebewachsenen Elektrode nach der 4-tägigen Listerin[®]-Spülung (Abb. 11, Tab 14) steht im Gegensatz zu dem in Abbildung 10 dargestellten

hohen Listerin®-Hemmeffekt für den Plaquestoffwechsel. Die Listerin®-Spülung unmittelbar vor der Zuckerexposition führte dort zu einer Einschränkung der Säureproduktion von 45 % (Abb. 10, Tab. 13). Die Reinigung der Elektrode nach dem 4-tägigen antibakteriellen Programm schwächte die pH-Kurve nur unbedeutend ab, so dass sich im Verlauf von 4 Tagen wahrscheinlich relativ viele Bakterien in der Mundhöhle etablieren konnten, was durch den Vergleich mit der gereinigten Mundhöhle (3. Kurve) auch bestätigt wurde. Möglicherweise reflektieren diese Ergebnisse ein Complianceproblem, das mit dem scharfen Geschmack des Listerins®, das 30 Sekunden in der Mundhöhle zu halten war, in Zusammenhang steht. In einer Studie von Riep et al. (1999) war der plaquehemmende Effekt der ätherischen Öle deutlich stärker als durch AmF/SnF_2 , so dass bei Betrachtung des eigenen Ergebnisses ein solcher Nebeneffekt in Betracht gezogen werden muss.

Bei der Beurteilung des Einflusses antibakterieller Mundspüllösungen auf die Plaqueentstehung gab das gewählte pH-Messverfahren eindeutige Hinweise auf die Wirksamkeit der jeweiligen Verbindungen sowohl hinsichtlich der Stärke des bakteriziden Effektes als auch hinsichtlich des Einflusses auf den Akkumulationsprozess der Bakterien an oralen Oberflächen, was die Übereinstimmung zwischen klinischen und experimentellen Ergebnissen verdeutlichte (Tab. 17). CHX und AmF/SnF_2 hatten den stärksten antibakteriellen Effekt sowohl auf den Stoffwechsel als auch auf den Plaqueakkumulationsprozess. Listerin® war ebenso stark bakterizid wirksam, wobei wahrscheinlich seine Substantivität bzw. der Einfluss auf die Plaqueakkumulation geringer ausfiel. Beim CPC war sowohl die bakterizide Wirkung als auch der Einfluss auf die Oberflächenbesiedlung deutlich niedriger; möglicherweise war die in kommerziellen Präparaten realisierte Konzentration nicht ausreichend, denn bereits Jenkins et al. (1994) und aktuell Stookey et al. (2005) experimentierten erfolgreich mit höheren Konzentrationen. Die Synopsis aller Ergebnisse in Tabelle 17 reflektiert eine gute Übereinstimmung der differenten Verfahren zur Beurteilung der antibakteriellen Präparate.

Tabelle 17. Synoptische Reihung der klinischen und klinisch-experimentellen Ergebnisse hinsichtlich der antibakteriellen Wirkung von Mundspüllösungen

Methode	Reihung hinsichtlich der Stärke der gemessenen Effekte					in Tab.		
Klinische Parameter								
1. Plaquehemmung	CHX	>	Listerin®	=	AmF/SnF ₂	>	CPC	10
2. Gingivitis-Hemmung	CHX	>	Listerin®	>	AmF/SnF ₂	=	CPC	11
3. Plaque-Planimetrie	CHX	>	Listerin®	=	AmF/SnF ₂	>	CPC	12
Intraorale pH-Messung								
4. Bakterizide Eigenschaft	CHX	>	Listerin®	>	AmF/SnF ₂	>	CPC	13
5. Plaqueakkumulation	AmF/SnF ₂	>	CHX	>	CPC	>>	Listerin®	14

Da die Beurteilung kariespräventiver Produkte häufig mit der Wirkung fluoridhaltiger Präparate gleichgestellt oder in Beziehung gebracht wird, sind die Methoden in der Mehrzahl der Fälle darauf ausgerichtet, die De- und Remineralisation am Gleichgewicht zwischen oralen Flüssigkeiten und dem Zahnschmelz zu messen (ten Cate 1993). Die antimikrobiellen und chemotherapeutischen Substanzen, die andere Bewertungsverfahren benötigen, werden als wichtige Bestandteile zukünftiger Kariespräventionsprogramme gesehen (ten Cate und Marsh 1994), da die Wirkung der Fluoride in der Praxis scheinbar zu ihrem Optimum geführt ist und der Trend des Kariesrückganges stagniert sowie gewisse Anzeichen der Umkehr existieren (Frencken et al. 1990). Insofern ist es heute besonders wichtig, das methodische Arsenal zu erweitern, um antimikrobielle und chemotherapeutische Substanzen hinsichtlich ihres Einflusses auf die bakterielle Kolonisation, das Wachstum und den Metabolismus der bakteriellen Plaque zu testen. In der vorgelegten Arbeit wurde einerseits am Beispiel von vier unterschiedlichen Wirkstoffen zur Plaquehemmung ihre klinische Effektivität unter den Bedingungen einer niedergelassenen Praxis demonstriert als auch andererseits die Anwendung dieser Substanzen in der intraoralen, telemetrischen Plaque-pH-Messung gezeigt. Mit letzterem Verfahren stand eine Methode zu Verfügung, die zur strategischen Vorauswahl von Substanzen vor ihrem klinischen Einsatz geeignet ist und eine methodische Bereicherung darstellt.

7 Literaturverzeichnis

1. Addy M, Willis L, Moran J: Effect of toothpaste rinses compared with chlorhexidine on plaque formation during a 4-day period. *J Clin Periodontol* 10(1983)89-94
2. Albers H-K, John I, Maas J: Vergleichende Untersuchungen zur Plaqueentwicklung und zum Entzündungsverlauf der marginalen Gingiva bei Anwendung einer Acetylsalicylsäure. *Quintessenz* 36(1985)2325-2337
3. Allen DR, Davies R, Bradshaw B, Ellwood R, Simone AJ, Robinson R, Mukerjee C, Petrone ME, Chakins P, Volpe AR, Proskin HM: Efficacy of a mouthrinse containing 0.05 % cetylpyridinium chloride for the control of plaque and gingivitis: a 6-month clinical study in adults. *Compend Contin Educ Dent* 19(1998)Suppl 2, 20–26
4. Arweiler NB, Auschill TM, Baguley N, Netuschil L, Sculean A: Efficacy of an amine fluoride-triclosan mouthrinse as compared to the individual active ingredients. *J Clin Periodontol* 30(2003)192-196
5. Ashley FP, Skinner A, Jackson P, Woods A, Wilson RF: The effect of a 0.1 % cetylpyridinium chloride mouthrinse on plaque and gingivitis in adult subjects. *Br Dent J* 157(1984)191-196
6. Axelson P, Lindhe J: Efficacy of mouthrinses in inhibiting dental plaque and gingivitis in man. *J Clin Periodontol* 14(1987)205-212
7. Balbuena L, Stambaugh K, Ramirez SG, Yeager C: Effects of tropical oral antiseptic rinses on bacterial counts of saliva in healthy human subjects. *Otolaryn Head Neck Surg* 118(1998)625-629
8. Banoczy J, Nemes J: Effect of amine fluoride (AmF)/ stannous fluoride (SnF₂) toothpaste and mouthwashes on dental plaque accumulation, gingivitis and root-surface caries. *Proc Finn Dent Soc* 87(1991)555-559
9. Banoczy J, Szöke J, Kertesz P, Tóth Z, Zimmermann P, Gintner Z: Effect of amine fluorid/stannous fluorid-containing toothpaste and mouthrinse on dental plaque, gingivitis, plaque and enamel F-accumulation. *Caries Res* 23(1989)284-288
10. Beighton D, Decker J, Homer KA: Effects of chlorhexidine on proteolytic and glycosidic enzyme activities of dental plaque bacteria. *J Clin Periodontol* 18(1991)85-89
11. Berndt CH, Meller CH, Schwahn CH, Splieth CH: Effektivität von Versiegelungen

- bei Jugendlichen mit hoher und niedriger Karieserfahrung. Dtsch Zahnärztl Z 62(2007)747-753
12. Bernimoulin JP, Deschner J: Antimikrobielle Lösungen in der Parodontologie – Eine allgemeine Übersicht. Parodontologie 6(1995)173–180
 13. Bernimoulin JP: Recent concepts in plaque formation. J Clin Periodontol 30(2003)Suppl 5, 7–9
 14. Blenman TV, Morrison KL, Tsau GJ, Medina AL, Gerlach RW: Practice implication with an alcohol-free 0.07 % cetylpyridinium chloride mouthrinse. Am J Dent 18(2005)Spec No, 29A-34A
 15. Block RP, Bouwsma OJ, Howard-Nordan KS, Miller JM, Poore CL, Sundberg RU: Methodology for computerized photo image analysis (PIA) of dental plaque. J Dent Res 75(1996)Spec Iss, Abstr. 2794, 2795
 16. Bonesvoll P: Oral pharmacology of chlorhexidine. J Clin Periodontol 4(1977)49–65
 17. Bonesvoll P, Gjermo P: A comparison between chlorhexidine and some quaternary ammonium compounds with regard to retention salivary concentration and plaque-inhibiting effect in the human mouth after mouthrinse. Arch Oral Biol 23(1978)289-294
 18. Bortz J: Lehrbuch der Statistik – Für Sozialwissenschaftler. 2. Aufl. Berlin: Springer, 1985
 19. Bowden GHW: Oral biofilm an archive of past events? In: Newman HN, Wilson M (eds): Dental plaque revisited, oral biofilms in health and disease. London: Eastman Dental Inst, Univ College, 1999. 211-253
 20. Bowen WH: Mechanisms of action of known plaque inhibitors. Z Stomatol 87 (1990)Suppl 5, 19-23
 21. Brex M, Netuschil L, Reichert B, Schreil G: Efficacy of Listerine®, Meridol® and chlorhexidine mouthrinses on plaque, gingivitis and plaque bacteria vitality. J Clin Periodontol 17(1990)292-297
 22. Brex M, Brownstone E, MacDonald L, Geiskey S, Cheang M: Efficacy of Listerine®, Meridol® and chlorhexidine mouthrinses as supplements to regular tooth-cleaning measures. J Clin Periodontol 19(1992)202-207

23. Brex M, Netuschil L, Hoffmann T: How to select the right mouthrinses in periodontal prevention and therapy. II: Clinical use and recommendations. *Int J Dent Hyg* 1(2003)188-194
24. Bruhn G, Netuschil L, Richter S, Brex M, Hoffmann T: Klinische Wirkung von subdosierten Chlorhexidin-Präparaten. *Oralprophylaxe* 24(2002)113-116
25. Busscher HJ , van der Mei HC: Physico-chemical interactions in initial microbial adhesion and relevance for biofilm formation. *Adv Dent Res* 11(1997)24-32
26. Busscher HJ, Cowan MM, van der Mei HC: On the relative importance of specific and non-specific approaches to oral microbial adhesion. *FEMS Microbiol Rev* 88(1992)199-210
27. Carlsson J, Engelberg J: Effect of diet on early plaque formation in man. *Odontol Rev* 16(1965)112-115
28. Charles CH, Sharma NC, Galustians HJ, Qaqish J, McGuire JA, Vincent JW: Comparative efficacy of an antiseptic mouthrinse and an antiplaque/antigingivitis dentifrice. A six-month clinical trial. *J Am Dent Assoc* 132(2001)670-675
29. Charles CH, Mostler KM, Bartels LL, Mankodi SM: Comparative antiplaque and antigingivitis effectiveness of a chlorhexidine and essential oil mouthrinse: 6-month clinical trial. *J Clin Periodontol* 31(2004)878-883
30. Ciancio SG: Agents for management of plaque and gingivitis. *J Dent Res* 71(1992)1450-1454
31. Ciancio SG: Nonsurgical chemical periodontal therapy. *Periodontol* 2000 9(1995)27-37
32. Ciancio SG: Improving oral health: current considerations. *J Clin Periodontol* 30(2003)Suppl 5, 4-6
33. Clavero J, Baca P, Junko P, Gonzales P: Effects of 0.2 % chlorhexidine spray applied once or twice daily on plaque accumulation and gingival inflammation in a geriatric population. *J Clin Periodontol* 30(2003)773-777
34. Cummins D, Creeth JE: Delivery of antiplaque agents from dentifrices, gels and mouthwashes. *J Dent Res* 71(1992)1439-1449
35. Curtis M: Functional inhibition provides potential novel approaches to control oral infections diseases. IADR PEF - Conference, Dublin, Ireland, 13 - 16 Sept. 2006

36. Denton GW: Chlorhexidina. In: Block SS (ed): Disinfection, sterilization and preservation. 4th ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1991. 274-289
37. DePaola LG, Overholster CD, Meiller TF, Minah GE, Niehaus C: Chemotherapeutic inhibition of supragingival dental plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol* 16(1989)311-315
38. Deshpande RG, Khan MB, Genco CT: Invasion of aortic and heart endothelial cells by *Porphyromonas gingivalis*. *Infect Immun* 66(1998)5337-5343
39. Drisko CH: Non-antibiotic plaque chemotherapy. In: Newman HN, Wilson M (eds): Dental plaque revisited, oral biofilms in health and disease. London: Eastman Dental Inst, Univ College, 1999. 523-548
40. Ebell S, Stösser L: Der Einfluß von Chlorhexidin auf die Mikroflora in Plaque und Speichel. *Zahn Mund Kieferheilkd* 69(1981)92-96
41. Edgar WM: The role of saliva in the control of pH-changes in human dental plaque. *Caries Res* 10(1976)241-251
42. Einwag J: "Bakterien reden miteinander": Orale Biofilme - aktueller Kenntnisstand und Konsequenzen für Forschung und Praxis. *Dentalspiegel* 8(2004)38-39
43. Fine DH, Letiizia J, Mandel ID: The effect of rinsing with Listerine® antiseptic on the properties of developing dental plaque. *J Clin Periodontol* 12(1985)660-665
44. Fine DH, Mendieta C, Barnett ML, Furgang D, Meyers R, Olshan A, Vincent J: Efficacy of preprocedural rinsing an antiseptic in reducing viable bacteria in dental aerosols. *J Periodontol* 63(1992)821-826
45. Fine DH, Furgang D, Sinatra K, Charles C, McGuire A, Kumar LD: In vivo antimicrobial effectiveness of an essential oil-containing mouth rinse 12 h after a single use and 14 days' use. *J Clin Periodontol* 32(2005)335-340
46. Fosdick LS, Campaigne EE, Fancher O: Rate of acid formation in carious areas. The etiology of dental caries. *III Dent J* 10(1941)85-95
47. Frencken JE, Kalsbeek H, Verrips GH: Has the decline in dental caries been halted? Changes in caries prevalence amongst 6- and 12-year-old children in Friesland, 1973-1988. *Int Dent J* 40(1990)225-230
48. Frostell G: A method for evaluation of acid potentialities. *Acta Odont Scand* 28(1970)599-608

49. Frunder H: Physiologische Chemie. Berlin: Verl Volk und Wissen, 1984
50. Gängler P (Hrsg): Konservierende Zahnheilkunde und Parodontologie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme, 2005
51. Gagari E, Kabani S: Adverse effects of mouthwash rinses. A review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 80(1995)432-439
52. Garcia-Gordoy F: Advances in therapeutic mouthrinses. Am J Dent 18(2005) Spec No 2A
53. Gerardu VA, van Loveren C, Heijnsbroek M, Buijs MJ, van der Weijden GA, ten Cate JM: Effects of various rinsing protocols after the use of amine fluoride/stannous fluoride toothpaste on the acid production of dental plaque and tongue flora. Caries Res 40(2006)245-250
54. Gilbert P, Allison DG: Biofilms and their resistance towards antimicrobial agents. In: Newman HN, Wilson M (eds): Dental plaque revisited, oral biofilms in health and disease. London: Eastman Dental Inst, Univ College, 1999. 125-143
55. Gordon JM, Lamster IB, Seiger C.: Efficacy of Listerine® antiseptic in inhibiting the development of plaque and gingivitis. J Clin Periodontol 12(1985)697-704
56. Gräber HG: Die Wirksamkeit von antiseptischen Mundspüllösungen mit Chlorhexidindigluconat (CHX) und Amin-Zinn-Fluorid (AZF) auf Plaquebildung und Gingivitis. Quintessenz 49(1998)1001-1006
57. Grossman E, Reiter G, Sturzenberger OP, De la Rosa M, Dickinson TD, Ferreti GA, Ludlam G, Meckel AH: Six-month study of the effects of a chlorhexidine mouthrinse on gingivitis in man. J Periodontol Res 30(1986)Suppl, 33-43
58. Guarnelli ME, Zangari F, Manfrini R, Scapoli C, Trombelli L: Evaluation of additional amine fluoride / stannous fluoride containing mouthrinse during supportive therapy in patients with generalized aggressive periodontitis. A randomized, crossover, double-blind, controlled trial. J Clin Periodontol 31(2004)742-748
59. Guggenheim B: Cariology today. Basel, New York: Karger, 1983. 11-24
60. Hahne G, Schuhmacher K, Lange DE: Plaque-Quantifizierung unter Verwendung eines computerunterstützten Plaqueerhebungssystems. Dtsch Zahnärztl Z 55(2000)4-12

61. Hase JC, Edwardsson S, Rundegren J, Attstrom R, Keltj E: 6-month use of 0.2 % delmopinol hydrochloride in comparison with 0.2 % chlorhexidine digluconate and placebo. II. Effect on plaque and salivary microflora. *J Clin Periodontol* 25(1998)841-849
62. Heasman PA, Seymour RA: Pharmacological control of periodontal disease. I. antiplaque agents. *J Dent* 22(1994)323-335
63. Henderson B: Bacteria/host interactions in the periodontal diseases: Clues to the development of novel therapeutics for the periodontal diseases. In: Newman HN, Wilson M (eds): *Dental Plaque revisited. Oral biofilm in health and disease*. London: Eastman Dental Inst, Univ College, 1999.
64. Herrera D, Roldan S, Santacruz I, Santos S, Masdevall M, Sanz M: Differences in antimicrobial activity of four commercial 0.12 % chlorhexidine mouthrinse formulations: an in vitro contact test and salivary bacterial counts study. *J Clin Periodontol* 30(2003)307-314
65. Herrera D, Santos S, Ferrus J, Barbieri G, Trombelli L, Sanz M: Efficacy of benzydamine hydrochloride and 0.05 % cetylpyridiumchlorid mouthrinse on 4-day de novo plaque formation. *J Clin Periodontol* 32(2005)595-603
66. Hickel R: Wirkstoffe gegen Plaque und Bakterien. *Quintessenz* 48(1997)A45
67. Hoffmann T: Parodontalerkrankungen. In: Micheelis W, Schiffner U (Hrsg): *Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005*. Deutscher Zahnärzteverlag 2006 (IDZ Materialienreihe, Bd 31) 229-237
68. Hoffmann T, Bruhn G, Richter S, Netuschil L, Brex M: Clinical controlled study on plaque and gingivitis reduction under long-term use of low-dose chlorhexidine solutions in a population exhibiting good oral hygiene. *Clin Oral Invest* 5(2001)89-95
69. Hornecker E, Ehrenreich H, Muuss TH, Mausberg RF: Gebisszustand von Alkoholkranken in der Abstinenz. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113(2003)1281-1288
70. Imfeld T: Intraoral plaque-pH telemetry in children and young adults. *Caries Res* 14(1980)155-162
71. Imfeld T: *Identification of low caries risk dietary components*. Basel, New York: Karger, 1983

72. Irmisch B, Tschöpe-Vogl B: Wirkung einer fluorid-cetylpyridinium-chloridhaltigen Mundspüllösung bei Epileptikern. Dtsch Zahnärztl Z 51(1996)694-697
73. Jenkins S, Edgar WM: Distribution and forms of F in saliva and plaque. Caries Res 11(1977)226-231
74. Jenkins S, Addy M, Newcombe RG: A comparison of cetylpyridinium chloride, triclosan and chlorhexidine mouthrinse formations for effect on plaque regrowth. J Clin Periodontol 21(1994)441-444
75. Klimek J, Tussing F, Ganß C: Effekt einer AmF/SnF₂- Mundspüllösung auf das Säurebildungsvermögen von Plaque. Oralprophylaxe 21(1999)82-85
76. König J, Storcks V, Kocher T, Bössmann K, Plagmann HC: Anti-Plaque effect of tempered 0.2 % chlorhexidine rinse: an in vivo study. J Clin Periodontol 29(2002)207-210
77. Kowolik J: Mundspüllösungen als Additivum der häuslichen Zahnpflege. Zahnärztl Mitt 84(1994)1346
78. Kozak KM, Gibb R, Dunavent J, White DJ: Efficacy of a high bioavailable cetylpyridinium chloride mouthrinse or a 24-hour period: a plaque imaging study. Am J Dent 18(2005)Spec No, 18A-23A
79. Kozlovsky A, Goldberg S, Natour I, Rogatky-Gat A, Gelernter I, Rosenberg M: Efficacy of 2-phase oil: water mouthrinse in controlling oral malodor, gingivitis and plaque. J Periodontol 67(1996)577-582
80. Kubert D, Rubin M, Barnett ML, Vincent JW: Antiseptic mouthrinse-induced microbial cell surface alterations. Am J Dent 6(1993)277-279
81. Lamster IB, Alfano MC, Seiger MC, Gorden JM: The effect of Listerine® antiseptic on reduction of existing plaque and gingivitis. Clin Prev Dent 5(1983)12-16
82. Lang NP, Hotz P, Graf H, Greing AH, Saxen UP, Sturzenbacher OP, Meckel AH: Effects of supervised chlorhexidine mouthrinses in children. A longitudinal clinical trial. J Periodontol Res 17(1973)101-111
83. Listgarten MA: Structure of microbial flora associated with periodontal health and disease in man. A light and electron microscopic study. J Periodontol 47(1976)1-18

84. Loe H, Schiött CR: The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. *J Periodontol* 41(1970)79-84
85. Loe H, Schiött C, Glavind L, Karring T: Two years oral use of chlorhexidine in man. 1. General design and clinical effects. *J Periodontol Res* 20(1976)135-144
86. Madlena M, Gintner Z, Banoczy J, Dombi C: Evaluation of clinical effects of amine fluorid / stannous fluorid containing toothpaste and mouthrinse. *Fogorv Sz* 98(2005)229-232
87. Mankodi S, Ross NM, Mostler K: Clinical efficacy of Listerine® in inhibiting and reducing plaque and experimental gingivitis. *J Clin Periodontol* 14(1987)285-292
88. Mankodi S, Bauroth K, Witt JJ, Bsoul S, He T, Gibb R, Dunavent J, Hamilton A: A 6-month clinical trial to study the effects of a cetylpyridinium chloride mouthrinse on gingivitis and plaque. *Am J Dent* 18(2005)Spec No, 9A-14A
89. Maruniak J, Clark WB, Walker CB, Magnusson RG, Marks RG, Taylor M, Clouser B: The effect of 3 mouthrinses on plaque and gingivitis development. *J Clin Periodontol* 19(1992)19-23
90. Marsh P: Microbial aspects of the chemical control of plaque and gingivitis. *J Dent Res* 71(1992)1431-1438
91. Marsh P, Martin, MV: *Orale Mikrobiologie*. Stuttgart: Thieme, 2003
92. Marsh P: Dental plaque as a microbial biofilm. *Caries Res* 38(2004)204-211
93. Marsh P, Bradshaw DJ: Microbial community aspects of dental plaque. In: Newman HN, Wilson M (eds): *Dental plaque revisited, oral biofilms in health and disease*. London: Eastman Dental Inst, Univ College, 1999. 237-254
94. Mengel R, Wissing E, Schmitz-Habben A, Flores de Jacoby L: Plaque- und Gingivithemmung durch Aminfluorid/Zinnfluorid (Meridol®) und Natriumfluorid. *Dtsch Zahnärztl Z* 50(1995)643-648
95. Meyer C: Eignung verschiedener in-vitro- und in-vivo-Testverfahren zur Bewertung der Wirksamkeit einer Mundspüllösung. Diss, Univ Kiel, 1996
96. Micheelis W, Reich E (Hrsg): *Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997*. Köln: Dtsch Zahnärzterverl, 1999 (IDZ Materialienreihe, Bd 21)

97. Micheelis W, Schiffner U (Hrsg): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. Dtsch Zahnärzterverl, 2006 (IDZ Materialienreihe, Bd 31)
98. Moran J, Addy M, Kohut B, Hovilaras CA, Newcombe RG: Efficacy of mouthrinses in inhibiting the development of supragingival plaque or a 4-day period of no oral hygiene. *J Periodontol* 65(1994)904-909
99. Moran J, Addy M, Newcombe R: A 4-day plaque regrowth study comparing an essential oil mouthrinse with a Triclosan mouthrinse. *J Clin Periodontol* 24(1997)637-639
100. Mühlemann HR, Son S: Gingival sulcus bleeding - A leading symptom in initial gingivitis. *Helv Odontol Acta* 15(1971)107-113
101. Müller C: Einschätzung des individuellen Kariesrisikos bei 18Jährigen Jugendlichen. Med Diss, Univ Rostock, 1999
102. Nemes J, Banoczy J, Wierzbicka M, Rost M: The effect of mouthwashes containing amino-fluoride and stannous fluoride on plaque formation and gingivitis in adults. *Fogorv Sz.* 84(1991)233-236
103. Netuschil L: Zukünftige Plaque- und Chemotherapie-Konzepte. *Oralprophylaxe* 13(1991)47-54
104. Netuschil L, Hoffmann T, Brex M: How to select the right mouthrinses in periodontal prevention and therapy. I. Test systems and clinical investigations. *Int J Dent Hyg* 1(2003)143-150
105. Niemierski A: Oralhygienezustand und Speichelkeimzahlen bei Anwendung von Chlorhexidindiglukonat- und Meridol-Mundspüllösung, Elmex-Zahnpasta und Elmex-Gelee sowie einem NaF-Gel. Med Diss, Univ Rostock, 1996
106. Nonnenmacher C, Kopecz S, Nüsing R, Flores de Jacoby L, Mengel R: The effect of amine fluoride/stannous fluoride, triclosan and acetylsalicylic acid on experimental gingivitis. *Dtsch Zahnärztl Z* 59(2004)448-453
107. Offenbacher S, Williams RC, Champagne CME, Madianos PN, Chung HJ, Liu Y, Geva S, Beck JD: Oral infection and systemic disease: Initial evidence for systemic invasion of oral pathogens. In: Newman HN, Wilson M (eds): *Dental plaque revisited, oral biofilms in health and disease*. London: Eastman Dental Inst, Univ College, 1999. 375-384

108. Osterwaal PJM, Mikx FHM, van den Brink ME, Renggli HH: Bactericidal concentrations of chlorhexidine-digluconate, amine fluoride gel and stannous fluoride gel for subgingival bacteria tested in serum at short contact times. *J Periodontol Res* 33(1989)155-160
109. Osterwaal PJM, Mikx FHM, van't Hof MA, Renggli HH: Comparison of the antimicrobial effect of the application of chlorhexidine gel, amine fluoride gel and stannous fluoride gel in debrided periodontal pockets. *J Clin Periodontol* 18(1991)245-251
110. Ouhayoun JP: Penetrating the plaque biofilm: Impact of essential oil mouthwash. *J Clin Periodontol* 30(2003)Suppl 5,10-12
111. Ouhayoun JP: Den Plaque-Biofilm effizient bekämpfen. Zur Wirksamkeit von Mundspülungen mit ätherischen Ölen. *Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd* 26(2004) 58-60
112. Overholster CD, Meiller TF, DePaola LG, Minah GE, Niehaus C: Comparative effects of 2 chemotherapeutics mouthrinse on the development of supragingival dental plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol* 17(1990)575-579
113. Pan PH, Finnegan MB, Sturdivant L, Barnett ML: Comparative antimicrobial activity of an essential oil and an amine fluorid/stannous fluoride mouthrinse in vitro. *J Clin Periodontol*, 26(1999)474-479
114. Paraskevas S, Danser MM, Timmerman MF, Van der Velden U, Van der Weijden GA: Effect of a combination of amine/stannous fluoride dentifrice and mouthrinse in periodontal maintenance patients. *J Clin Periodontol* 31(2004)177-183
115. Pelz K, Berlin I, Krekeler G: In-Vitro-Empfindlichkeit von Bakterien gegenüber einer Aminfluorid/Zinnfluoridkombination. In: Flores-de-Jacobi L (Hrsg.): Möglichkeiten der Plaque- und Gingivitisprävention. Berlin: Quintessenz Verl, 1991. 119-126
116. Pitten FA, Kramer A: Untersuchungsdesign für die Prüfung von Mundhöhlenantiseptika. *Hyg Med* 26(2001a)137-141
117. Pitten FA, Rosin M, Kramer A: Leitlinienentwurf: Indikationen und Wirkstoffauswahl zur prophylaktischen und therapeutischen Mundhöhlenantiseptik. *Hyg Med* 26(2001b)418-424
118. Pitten, F.-A., Werner, H.-P., Kramer, A.: A standardized test to assess the Impact of different organic challenges on the antimicrobial activity of antiseptics. *J Hospital Infect* 55(2003)108-115

119. Plischke I: Klinisch kontrollierte Studie der Wirkung verschiedener Mundspüllösungen auf die bakterielle Vitalität und Neubildung der Plaque. Diss, Univ Dresden, 2001
120. Quigley GA, Hein JW: Comparative cleaning efficiency of manual and power brushing. *J Am Dent Assoc* 65(1962)26-32
121. Raßner S, Klimek J: Der Einfluss von Mundpflegemitteln auf die pH-Werte von Speichel und Plaque. *Oralprophylaxe* 17(1995)87–92
122. Renton-Harper P, Addy M, Moran J, Doherty FM, Newcombe RG: A comparison of chlorhexidine, cetylpyridinium chloride, triclosan and C31G mouthrinse products for plaque inhibition. *J Periodontol* 67(1996)486 - 489
123. Richter S, Bruhn G, Netuschil L, Brex M, Federlin-Ducani M, Hoffmann T: Klinisch kontrollierte Studie zur Wirksamkeit einer 0,05%igen Chlorhexidin-Mundspülung. *Dtsch Zahnärztl Z* 56(2001)193-196
124. Riep BG, Bernimoulin JP, Barnett ML: Comparative antiplaque effectiveness of an essential oil and amine fluorid/stannous fluoride mouthrinse. *J Clin Periodontol* 26(1999)595-600
125. Riethe P, Seiler M: Die Wirkung komplexer chlorhexidinhaltiger Spüllösungen als Additivum zur mechanischen Zahnreinigung. *Oralprophylaxe* 15(1993)139-145
126. Röllä G, Melsen B: On the mechanism of the plaque inhibition by chlorhexidine. *J Dent Res* 54(1975)57-62
127. Röllä G, Löe H, Schiött CR: Retention of chlorhexidine in the human oral cavity. *Arch Oral Biol* 16(1971)1109-1116
128. Roldan S, Winkel EG, Herrera D, Sanz M, Van Winkelhoff AJ: The effect of a new mouthrinse containing chlorhexidine, cetylpyridinium chloride and zinkacetate on the microflora of oral halitosis patients: a dual-centre, double-blind placebo-controlled study. *J Clin Periodontol* 30(2003)427-434
129. Roldan S, Herrera D, O'Connor A, Gonzalez I, Sanz M: A combined therapeutic approach to manage oral halitosis: a 3-month prospective case series. *J Periodontol* 76(2005)1025-1033
130. Rosin M, Welk A, Kocher T, Majic-Todt A, Kramer A, Pitten FA: The effect of a polyhexamethylene biguanide mouthrinse compared to an essential oil rinse on bacterial counts and 4-day plaque regrowth. *J Clin Periodontol* 29(2002)392-399

131. Ross NM, Charles CH, Dills SS: Long –term effects of Listerine antiseptic on dental plaque and gingivitis. J Clin Dent 1(1989)92-95
132. Ross NM, Mankodi SM, Mostler KL, Charles CH, Bartels LL: Effect of rinsing time on antiplaque-antigingivitis efficacy of Listerine®. J Periodontol 20(1993)279-281
133. Rowshani B, Timmerman MF, Van der Velden U: Plaque development in relation to the periodontal condition and bacterial load of saliva. J Clin Periodontol 31(2004)214-218
134. Santos A: Evidence-based control of plaque and gingivitis. J Clin Periodontol 30(2003)Suppl 5, 13-16
135. Santos S, Herrera D, Lopez E, O'Connor A, Gonzalez I, Sanz M: A randomized clinical trial on the short-term clinical and microbiological effects of the adjunctive use of a 0,05 % chlorhexidine mouth rinse for patients in supportive periodontal care. J Clin Periodontol 31(2004)45-51
136. Santos S, Sharma N, Araujo MWB, Coelho JF, Lynch M: Antiplaque/antigingivitis efficacy of essential-oil-fluoride mouthrinse & aminfluoride/stannous fluoride mouthrinse. Brisbane Convention and Exhibition Centre M3, 28 June 2006
137. Saxer UP: Plaquehemmung mit verschiedenen Konzentrationen von Aminfluorid/Zinnfluorid. In: Flores de Jacobi L (Hrsg): Möglichkeiten der Plaque- und Gingivitisprävention. Berlin: Verl. Quintessenz, 1991. 67 – 79
138. Saxer, U.P., Mühlemann, H.R.: Motivation und Aufklärung. Schweiz Monatsschr Zahnheilkd 85: 905 - 919, 1975
139. Scheie AA: The role of antimicrobials. In: Fejerskov O, Kidd AM (eds): Dental Caries. The disease and clinical management. Munksgaard: Blackwell, 2003. 179-187
140. Schiffner U: Zur Rolle der chemischen Plaquekontrolle. Teil 1: Möglichkeiten der mechanischen Mundhygiene und Allgemeines zur Anwendung plaquehemmender Substanzen. Oralprophylaxe 20(1998)198-203
141. Schiffner U: Zur Rolle der chemischen Plaquekontrolle. Teil 2 : Substanzen zur chemischen Plaquekontrolle - Wirkung und Nebenwirkung. Oralprophylaxe 21(1999)13-19
142. Schiffner U: Chemische Plaquekontrolle. Welche antibakteriellen Zusätze zu Zahnpasten und Spüllösungen sind empfehlenswert? Dtsch Zahnärztl Z 55(2000)160-167

143. Schmidt M: Gebissgesundheit bei 18Jährigen Jugendlichen in Rostock. Med Diss, Univ Rostock, 1999
144. Schulz L, Schulz E: Tierexperimentelle und klinische Studien zur Plaque-, karies- und gingivitishehmenden Wirkung einer Aminflourid-Zinnflourid-Mundspüllösung. Diss, Med Akad Erfurt, 1989
145. Sekino S, Ramberg P: The effect of a mouth rinse containing phenolic compounds on plaque formation and developing gingivitis. J Clin Periodontol 32(2005)1083-1088
146. Sekino S, Ramberg P, Guzin Uzel N, Socransky S, Lindhe J: Effect of various chlorhexidine regimes on salivary bacteria and de novo plaque formation. J Clin Periodontol 30(2003)919-925
147. Sellmann H: Steckt der Zahn das Herz an? Dental Magazin (2006)4
148. Sharma NC, Charles CH, Lynch NC, Qaqish J, McGuire JA, Galustians JG, Kumar LD: Adjunctive benefit of an essential oil-containing mouthrinse in reducing plaque and gingivitis in patients who brush and floss regularly. J Am Dent Assoc 135(2004)496-504
149. Sheen S, Eisenburger M, Addy M: Effect of toothpaste on the plaque inhibitory properes of a cetylpyridinium chloride mouth rinse. J Clin Periodontol 30(2003)255-260
150. Silness J, Loe H: Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition. Acta Odontol Scand 22(1964)121-135
151. Slots J: Microflora of the healthy gingival sulcus in man. Scand J Dent Res 85(1977)247-254
152. Stephan RM: Changes in hydrogen-ion concentrations on tooth surface and in carious lesions. J Am Dent Assoc 27(1940)718-723
153. Stephan RM, Miller BF: A quantitative method for evaluating physical and chemical agents which modify production of acids in bacterial plaques on human teeth. J. Dent Res. 22(1943)45-52
154. Stösser L: Persönliche Mitteilung, 2006
155. Stösser L: Die antibakterielle Wirkung der Fluoride auf die dentale Plaque. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 28(2006)170-176
156. Stösser L, Tietze W, Künzel W, Limberger K: Intraorale pH-Wert-Messung zur Be-

- stimmung des azidogenen Potentials von Nahrungsmitteln. Oralprophylaxe 12(1990)145-153
157. Stösser L, Künzel W, Scholz E: Die plaqueinhibierende Aktivität einer Aminfluorid/Zinnfluorid-Kombination. Dtsch Zahnärztl Z 47(1992)455-456
158. Stösser L, Tietze W, Heinrich-Weltzien R, Griffiths JC, Auerbach MH: Polydextrose - ein "zahnfreundlicher" Kohlenhydrat-Füllstoff. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 27(2005)144-149
159. Stösser L, Heinrich-Weltzien R, Tietze W, Neubauer M: pH-response of dental plaque after sucrose challenge and mouthrinse pre-treatment. PAN EUROP IADR, Dublin 2006, Abstr 128
160. Stookey GK, Beiswanger B, Mau M, Isaacs RL, Witt JJ, Gibb R: A mouth clinical study assessing the safety and efficacy of two cetylpyridinium chloride mouthrinse. Am J Dent 18(2005)Spec No, 24A-28A
161. Telleps M: Screening-Tests zur Bewertung der antimikrobiellen Wirksamkeit fluoridfreier Mundspüllösungen. Diss, Univ. Kiel, 2000
162. ten Cate JM: The caries preventive effect of a fluoride dentifrice containing triclosan and zinc citrate, a compilation of in vitro and in situ studies. Int Dent J 43 (1993)407-413
163. ten Cate JM, Marsh PD: Procedures for establishing efficacy of antimicrobial agents for chemotherapeutic caries prevention. J Dent Res 73(1994)695-703
164. Teuscher E, Melzig M, Villman E, Möritz KU: Untersuchungen zum Wirkmechanismus ätherischer Öle. Z Phytother 11(1990)87-92
165. Theilade E: Factors controlling the microflora of the healthy mouth. In: Hill MJ, Marsh PD (eds): Human microbial ecology. Boca Raton: CRC Press, 1990. 1-56
166. Trautmann JU: Untersuchung des azidogenen Potentials von Arzneimitteln der Gruppen Laryngologika und Expektorantien mittels infraoraler Plaque-pH-Messungen. Diss, Med Akad Erfurt, 1984
167. Trombelli L, Bottega S, Orlandrini E, Scapoli C, Tori M, Tataki SD: Response to a plaque control regime on different levels of gingival inflammation. Minerva Stomatol 52(2003)75-79
168. Umbreit WW, Burris RH, Stauffer JF: Manometric techniques. 4. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Comp, 1964

169. Vaahtoniemi LH, Rääänen S, Stenfors LE: Effect of chlorhexidine and toothbrushing on the presence of bacteria on gingival and buccal epithelial cells. *Oral Microbiol Immun* 9(1994)315-317
170. Vandekerckhove BNA, van Steenberghe D, Tricio J, Rosenberg D, Encarnacion M: Efficacy on supragingival plaque control of cetylpyridiniumchlorid in a slow-release dosage form. *J Clin Periodontol* 22(1995)824-829
171. Van Strydonk DA, Timmerman MF, van der Velden U, van der Weijden GA: Plaque inhibition of two commercially available chlorhexidine mouthrinses. *J Clin Periodontol* 32(2005)305-309
172. Wagner H, Wiener N: In vitro Hemmung der Prostaglandinsynthese durch ätherische Öle, phenolische Verbindungen und Knoblauchinhaltsstoffe. *Z Phytother* 9(1988)11-14
173. Walker CB: Microbiological effects of mouthrinses containing antimicrobials. *Clin Periodontol* 15(1988)499-505
174. Walsh TF: Mouthrinses as adjuncts in periodontal therapy. *Dental update* (1996)144-147
175. Wanek V, Novak P, Warkus A: Sozialepidemiologische Analyse des Kariesbefalls und zahnmedizinische Sanierungsgrad junger Männer 1998. *Gesundheitswesen* 62(2000)646 – 653
176. Warburg O: Über die Geschwindigkeit der photochemischen Kohlensäureentstehung in lebenden Zellen. *Biochem Z* 100(1919)230-241
177. Warburg O: Über den Stoffwechsel von Tumoren. Berlin: Springer, 1926
178. Watson PS, Pontefract HA, Devine DA, Shore RC, Nattress BR, Kirkham J, Robinson C: Penetration of fluoride into natural plaque biofilms. *J Dent Res* 84(2005)451-455
179. Wedelstädt D von: Vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener Mundspüllösungen auf die dentale Plaque. Diss, Univ Rostock, 2001
180. Weichert I: Zur Einwirkung von Mundspüllösungen auf den Stoffwechsel oraler Mikroorganismen. Diss, Univ Hamburg, 2001
181. White DJ: An alcohol-free therapeutic mouthrinse with cetylpyridium-chloride (CPC) – The latest advance in preventive care: Crest Pro-Health Rinse. *Am J Dent* 18(2005)Spec Iss A6-A8

182. Willebrand F: Der Effekt verschiedener Mundspüllösungen auf das Säurebildungsvermögen etablierter Plaque. Diss, Gießen, 2001
183. Willershausen B, Gruber I, Hamm G, Obtmeier R: Die Wirkung verschiedener Mundspüllösungen auf den Entzündungsgrad der Gingiva – Eine Studie mit Rekruten der Bundeswehr. Quintessenz 41(1990)1309-1316
184. Witt JJ, Ramji N, Gibb R, Dunavent J, Flood J, Barns J: Antibacterial and antiplaque effects of a novel, alcohol-free oral rinse with cetylpyridinium chloride. J Contemp Dent Pract 6(2005a)1-9
185. Witt JJ, Walters P, Bsoul S, Gibb R, Dunavent J, Putt M: Comparative clinical trial of two antigingivitis mouthrinse. Am J Dent 18(2005b)Spec No, 15A-17A
186. World Health Organisation (WHO): Basic methods, 4th ed, Geneva 1997
187. Yankell SI, Dolan NM, Emling RC: Laboratory evaluations of herbal sodium bicarbonate dentifrice. J Clin Dent (1988)Suppl A, 6–8
188. Yates R, Shearer BH, Huntington E, Addy M: A method to compare four mouthrinses: Time gingivitis level as the primary outcome. J Clin Periodontol 29(2002)519-523
189. Young A, Jonski G, Rolla G: Inhibition of orally produced volatile sulfur compounds by zinc, chlorhexidine or cetylpyridinium chloride effect of concentration. Eur J Oral Sci 111(2003)400-404
190. Zaura-Arite E, van Marle J, ten Cate JM: Confocal microscopy study of undisturbed and chlorhexidine-treated dental biofilm. J Dent Res 89(2001)1436-1440
191. Zimmer S, Strauss J, Bizhang M, Krage T, Raab WH-M, Barthel C: Efficacy of the cybersonic in comparison with the Braun 3D Excel and a manual toothbrush. J Clin Periodontol 32(2005)360-363
192. Zimmermann A, Flores-de-Jacoby L, Pan P: Gingivitis, plaque accumulation and plaque composition under long-term use of Meridol®. J Clin Periodontol 20(1993)346-352

8 Anhang

Messprotokoll

Tabellen 18-21

Messprotokoll

Name:										
Ramfjord- zahn	Ausgangsbefund		1. Tag		3. Tag		5. Tag		7. Tag	
	QHI	SBI	QHI	SBI	QHI	SBI	QHI	SBI	QHI	SBI
16										
21										
24										
36										
41										
44										
Summe										

Tabelle 18

Tab. 18: Plaqueausdehnung (mm²) auf der vestibulären Zahnfläche vor und während einer 1-wöchigen CHX-Mundspülaktion

Proband	0.Tag			1.Tag			3.Tag			5.Tag			7.Tag		
	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung		vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung		vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung		vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung		vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung	
		mm ²	%		mm ²	%		mm ²	%		mm ²	%		mm ²	%
MM	29.75	21.74	73.07	29.24	1.56	5.33	28.96	2.47	8.53	28.65	3.68	12.7	28.43	4.85	17.06
KS	35.15	4.14	11.78	33.45	0.99	2.96	35.77	0.98	2.74	34.58	4.54	13.13	33.28	5.07	15.23
RL	36.36	4.7	12.93	35.73	1.19	3.33	36.32	3.95	10.88	35.3	5.78	16.37	34.63	7.28	21.02
PB	51.99	46.24	88.94	52.03	2.43	4.67	51.96	3.32	6.39	49.96	10.53	21.08	50.25	16.47	32.78
CG	44.17	4.22	9.55	41.49	2.22	5.35	41.28	3.81	9.23	42.04	12.76	30.35	41.39	23.22	56.1
CK	40.61	8.02	19.75	41.65	2.48	5.95	39.86	1.16	2.91	39.99	4.47	11.18	40.45	7.78	19.23
AP	47.98	7.81	16.28	46.89	3.52	7.51	45.91	7.12	15.51	45.41	7.96	17.53	47.91	11.76	24.55
BF	55.73	3.5	6.28	56.13	0.71	1.26	55.59	1.98	3.56	57.48	1.18	2.05	56.35	1.24	2.2
HJ	46.32	1.52	3.28	46.51	0.67	1.44	46.14	3.75	8.13	46.94	6.12	13.04	45.46	11.29	24.84
CW	36.73	17.32	47.15	36.17	0.78	2.16	35.81	0.55	1.54	36.13	4.64	12.84	35.26	3.72	10.55
\bar{x}	42.48	11.92	28.9	41.93	1.65	3.99	41.76	2.91	6.94	41.65	6.17	15.03	41.34	9.27	22.36
s	8.19	13.68	30.22	8.52	0.96	2.08	8.17	1.94	4.38	8.53	3.41	7.31	8.39	6.63	14.51
V	0.19	1.14	1.04	0.2	0.58	0.52	0.2	0.67	0.63	0.2	0.55	0.49	0.2	0.71	0.65

Tabelle 19

Tab. 19: Plaqueausdehnung (mm²) auf der vestibulären Zahnfläche vor und während einer 1-wöchigen Listerin®-Mundspülaktion

Proband	0.Tag			1.Tag			3.Tag			5.Tag			7.Tag		
	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%
SG	34.39	0.44	1.28	32.2	1.48	4.58	32.07	2.34	7.3	33.41	4.11	12.3	33.66	5.26	15.63
KF	51.3	6.4	12.47	51.22	0.88	1.72	51.79	2.34	4.52	52.11	4.05	7.77	51.87	6.89	13.28
KK	48.82	2.68	5.49	49.38	0.36	0.73	48.95	1.72	3.51	48.53	2.2	4.53	48.32	7.21	14.92
NR	33.52	6.58	19.63	33.75	1.28	3.79	34.84	3.61	10.36	34.15	4.56	13.35	34.32	5.11	14.89
SW	48.07	1.46	3.04	48.11	1.95	4.05	48.33	3.5	7.24	48.57	5.03	10.36	48.12	6.51	13.53
BK	56.26	22.1	39.28	50.93	3.28	6.44	54.32	13.54	24.93	53.75	27.89	51.28	51.89	33.49	65.31
CK	40.72	10.72	26.33	41.96	3.01	7.15	44.67	5.57	12.47	42.71	7.83	18.33	43.78	11.23	25.65
AH	42.08	25.03	59.48	42.05	5.78	13.74	40.77	16.23	39.81	41.68	18.96	45.49	41.38	26.34	63.65
AW	46.63	5.51	11.82	47.33	2.09	4.42	48.99	12.43	25.37	47.57	22.06	46.37	47.75	24.18	50.64
SW	50.67	2.55	5.03	50.12	0.78	1.55	49.94	1.07	2.14	50.6	2.5	4.94	49.12	5.34	10.87
\bar{x}	45.25	8.35	18.38	44.71	2.01	4.82	45.47	6.24	13.77	45.31	9.92	21.47	45.02	13.16	28.84
s	7.42	8.59	18.68	7.01	1.61	3.75	7.35	5.62	12.29	7.13	9.38	18.61	6.64	10.64	22.08
V	0.16	1.02	1.02	0.16	0.8	0.78	0.16	0.9	0.89	0.16	0.94	0.87	0.14	0.81	0.76

Tabelle 20

Tab. 20: Plaqueausdehnung (mm²) auf der vestibulären Zahnfläche vor und während einer 1-wöchigen AmF/SnF₂-Mundspülaktion

Proband	0.Tag			1.Tag			3.Tag			5.Tag			7.Tag		
	vestib. Plaqueausdehnung		Zahnfläche mm ²	vestib. Plaqueausdehnung		Zahnfläche mm ²	vestib. Plaqueausdehnung		Zahnfläche mm ²	vestib. Plaqueausdehnung		Zahnfläche mm ²	vestib. Plaqueausdehnung		Zahnfläche mm ²
	mm ²	%		mm ²	%		mm ²	%		mm ²	%		mm ²	%	
AP	46.65	9.47	20.3	46.46	0.54	1.16	46.25	1.57	3.39	45.51	5.96	13.1	46.11	12.66	27.46
MT	43.11	26.11	60.57	41.66	3.26	7.83	41.83	10.88	26.01	42.56	20.74	48.75	43.59	27.17	62.33
KB	50.91	0	0	49.74	0.85	1.71	48.84	3.77	7.72	48.33	6.14	12.7	48.52	12.46	25.68
CB	30.68	10.58	34.49	30.17	0.74	2.45	29.8	1.07	3.59	29.58	3.32	11.22	30.9	6.1	19.74
AR	35.18	0.12	0.34	35.06	0.25	0.71	35.61	1.27	3.57	35.16	4.27	12.14	35.1	6.79	19.34
BP	46.14	3.21	6.96	46.59	0.75	1.61	46.59	18.09	38.83	46.09	22.39	48.58	46.85	37.23	79.47
CK	44.35	10.17	22.93	43.41	1.43	3.29	44.08	2.99	6.78	44.09	6.02	13.65	43.39	11.24	25.9
SW	61.11	4.55	7.45	60.49	2.23	3.69	59.45	5.71	9.6	60.11	9.65	16.05	59.23	14.03	23.69
AF	48.51	4.19	8.64	49.54	1.46	2.95	48.9	2.12	4.38	48.63	8.34	17.15	48.82	10.11	20.71
MR	60.87	0.2	0.33	59.32	3.9	6.57	60.19	4.69	7.79	60.77	6.26	10.30	60.62	7.32	12.08
\bar{x}	46.75	6.86	16.2	46.24	1.54	3.2	46.15	5.22	11.17	46.08	9.31	20.36	46.31	14.51	31.64
s	9.65	7.92	19.29	9.48	1.22	2.33	9.37	5.38	11.8	9.62	6.71	15.05	9.2	9.98	21.53
V	0.21	1.15	1.19	0.20	0.79	0.72	0.2	1.03	1.06	0.21	0.72	0.74	0.2	0.69	0.68

Tabelle 21

Tab. 21: Plaqueausdehnung (mm²) auf der vestibulären Zahnfläche vor und während einer 1-wöchigen CPC-Mundspülaktion

Proband	0.Tag			1.Tag			3.Tag			5.Tag			7.Tag		
	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%	vestib. Zahnfläche mm ²	Plaqueausdehnung mm ²	%
ML	49.51	31.55	63.72	49.25	2.42	4.91	48.13	15.47	32.14	48.46	26.02	53.69	48.44	30.19	62.32
SB	46.63	0.34	0.73	45.84	1.31	2.86	45.33	4.67	10.3	45.09	5.04	11.18	45.37	7.51	16.55
SS	49.07	3.16	6.43	50.44	1.51	2.99	51.53	10.8	20.96	50.8	14.54	28.66	50	31.69	63.38
JM	41.35	2.95	7.13	40.19	2.13	5.3	42.13	11.88	28.2	41.63	16.64	39.97	40.83	19.67	48.17
CK	48.69	5.84	11.99	48.75	2.8	5.74	50.44	9.9	19.63	49.12	16.22	33.02	49.88	22.99	46.09
AP	51.15	6.79	13.27	52.77	3.86	7.31	52.77	9.73	18.44	52.05	13.82	26.55	52.84	11.03	20.87
KB	50.85	0.35	0.68	48.44	0.74	1.53	48.95	5.06	10.34	50.25	7.70	15.32	49.4	21.71	43.95
MR	58.19	0.88	1.52	58.05	0.13	0.22	57.58	6.7	11.56	57.34	10.75	18.75	57.56	24.05	41.78
KP	41.5	3.13	7.54	41.23	2.99	7.25	40.93	3.96	9.68	40.35	13.18	32.66	41.94	16.4	39.1
MW	45.52	0.69	1.91	44.53	0.4	0.9	44.66	7.07	15.83	45.28	9.05	19.99	44.99	14.27	31.72
\bar{x}	48.25	5.57	11.49	47.95	1.83	3.9	48.24	8.52	17.71	48.04	13.30	27.98	48.12	19.95	41.39
s	4.94	9.4	18.9	5.33	1.22	2.57	5.12	3.67	7.8	5.09	5.84	12.67	5.04	7.82	15.4
V	0.1	1.68	1.64	0.11	0.67	0.66	0.11	0.43	0.44	0.11	0.44	0.45	0.1	0.39	0.37

9 Anlagen

Danksagung

Ehrenwörtliche Erklärung

Lebenslauf

Danksagung

Hiermit danke ich allen, die mich bei der Anfertigung der vorliegenden Arbeit unterstützt haben.

Bei Herrn Prof. Dr. Stößer bedanke ich mich für die freundliche Überlassung des Themas, die Unterstützung bei der wissenschaftlichen Arbeit und nicht zuletzt für die große Geduld bei der Umsetzung.

Für die hilfreiche Unterstützung bei der computergestützten Auswertung der intraoralen Plaque-pH-Telemetrie bedanke ich mich bei Herrn Tietze.

Und nicht zuletzt danke ich Frau Schneider und Frau Zettler für ihre Hilfe bei der Fertigstellung der Arbeit.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. Dr. L. Stöber, Herr Tietze, Frau Schneider, Frau Zettler.

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und das Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Erfurt, 20.01.2008

Michael Neubauer

Lebenslauf

Neubauer, Michael
verheiratet, 3 Kinder

5. Dezember 1960	geboren in Mühlhausen
1967-1977	Polytechnische Oberschule Ernst Thälmann, Mühlhausen
1977-1979	Berufsausbildung mit Abitur zum Facharbeiter für Fertigungsmittel (Werkzeugmacher) im Kombinat Fahrzeugelektrik Ruhla (FER) und zusätzlicher Besuch der Volkshochschule Eisenach (Biologie)
1979	vorzeitiger Berufsabschluss und Wechsel an die Kinder- und Jugendsportschule „Fritz Noack“ Erfurt
1980	Abitur
1980-1984	Leistungssportliche Tätigkeit (Disziplin: 110 m Hürden)
1984-1989	Studium der Zahnmedizin an der Medizinischen Akademie Erfurt
Sept. 1989	Ausbildung zum Fachzahnarzt an der Fachpoliklinik für Stomatologie, Erfurt
seit 1991	in eigener Niederlassung (Praxis) in Erfurt und Vertragsarzttätigkeit für das Justizministerium Thüringen